

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de la calidad y cantidad de agua  
residual para el diseño de la planta de  
tratamiento de la localidad de Capazo, Puno -  
2022**

Raul Velasquez Apaza

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# Informe de turnitin - Velásquez Apaza

## ORIGINALITY REPORT

**20%**  
SIMILARITY INDEX

**20%**  
INTERNET SOURCES

**8%**  
PUBLICATIONS

**9%**  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

**1** [repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe) **9%**  
Internet Source

**2** Submitted to Universidad Continental **2%**  
Student Paper

**3** [hdl.handle.net](https://hdl.handle.net) **1%**  
Internet Source

**4** [repositorio.uprit.edu.pe](https://repositorio.uprit.edu.pe) **1%**  
Internet Source

**5** Submitted to Universidad Cesar Vallejo **1%**  
Student Paper

**6** ALFA INTEGRAL SOLUTIONS S.A.C.. "PAMA de la Planta de Fabricación de Ladrillos-IGA0017761", R.D. N° 00340-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022 **1%**  
Publication

**7** Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga **<1%**  
Student Paper

8	CESEL S A. "ITS de las Líneas de Transmisión Chilca – Zapallal a 500 kV y Chilca – Planicie – Zapallal a 220 kV.-IGA0013503", R.D. N° 0114-2021-MINEM/DGAAE , 2021 Publication	<1 %
9	<a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
10	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo Student Paper	<1 %
12	Submitted to Universidad Alas Peruanas Student Paper	<1 %
13	<a href="https://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
15	ENVIROPROYECT S.R.LTDA.. "Actualización del la DIA para la Planta Industrial Dedicada a la Fabricación de Yeso-Cartón (drywall)- IGA0009475", R.D. N° 386-2018-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publication	<1 %
16	<a href="http://www.inei.gob.pe">www.inei.gob.pe</a> Internet Source	<1 %

17	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://www.cocef.org">www.cocef.org</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
20	CESEL S A. "Primera MEIA de la Unidad Minera Casapalca-IGA0000614", R.D. N° 188 -2019-SENACE-PE/DEAR, 2020 Publication	<1 %
21	Carlos M. López Vázquez, Germán Buitrón Méndez, Héctor A. García, Francisco J. Cervantes Carrillo. "Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño", Water Intelligence Online, 2017 Publication	<1 %
22	<a href="https://repository.ucatolica.edu.co">repository.ucatolica.edu.co</a> Internet Source	<1 %
23	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Student Paper	<1 %
24	DQ ASESORIA & CONSULTORIA E.I.R.L.. "Modificación y Actualización del Plan de Cierre de la Cantera Antigua, Cantera Ayacucho y Cantera Acumulación Puno-	<1 %

IGA0020941", R.D. N° 00029-2022-  
PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publication

---

25	<a href="#">doku.pub</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="#">1library.co</a> Internet Source	<1 %
27	CONAMTECI ORIENTE E.I.R.L. "Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos - Botadero Yanayacu- IGA0015931", R.A. N° 0115-2022-MPD/A, 2022 Publication	<1 %
28	<a href="#">uvadoc.uva.es</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="#">www.cne.cl</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="#">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
31	<a href="#">repositorio.undac.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
32	<a href="#">www.cepis.org.pe</a> Internet Source	<1 %
33	Cuevas Soto Julio Cesar. "Estudio de tratamiento de aguas residuales en hospitales de la Ciudad de Uruapan Mich. en el año 2005", TESIUNAM, 2006	<1 %

---

34	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Student Paper	<1 %
35	docplayer.es Internet Source	<1 %
36	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Internet Source	<1 %
37	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
38	repositorio.unh.edu.pe Internet Source	<1 %
39	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	<1 %
40	repositorio.utn.edu.ec Internet Source	<1 %
41	Submitted to unsaac Student Paper	<1 %
42	www.idbinvest.org Internet Source	<1 %
43	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
44	Israel Quino Lima, Mauricio Ormachea Muñoz, Oswaldo Eduardo Ramos Ramos, Jorge Quintanilla Aguirre et al.	<1 %

"Hydrogeochemical contrasts in the shallow aquifer systems of the Lower Katari Basin and Southern Poopó Basin, Bolivian Altiplano", Journal of South American Earth Sciences, 2020

Publication

45

Sifuentes Valenzuela Gerardo. "Planta de tratamiento de aguas residuales Bahia de Conejos, Huatulco Oaxaca", TESIUNAM, 1996

Publication

<1 %

46

[eprints.uanl.mx](http://eprints.uanl.mx)

Internet Source

<1 %

47

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Internet Source

<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 15 words

Exclude bibliography  On

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme dotado de una magnífica familia, quienes han confiado constantemente en mis capacidades, brindándome su ayuda genuina durante mi preparación experta y la ejecución de este examen.

Además, me gustaría expresar mi gratitud a mi asesor y profesores por su orientación, apoyo y confianza en mi trabajo, así como por su capacidad para guiar mis ideas. Esta ha sido una contribución invaluable no solo para la creación de esta tesis sino también para mi formación.

## **Dedicatoria**

Dedico sinceramente de corazón mi estudio a Dios, a mi pueblo y familia Dedico con todo el corazón mi tesis a Dios, mis padres y familia. Su bendición a diario encamina mis pasos por la senda del bien, muchas gracias.

El autor.

## Índice de Contenidos

<b>Agradecimiento.....</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xi</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>xii</b>
<b>Capítulo I. Planteamiento del Estudio.....</b>	<b>1</b>
Planteamiento y Formulación del Problema.....	1
Planteamiento del Problema .....	1
Formulación del Problema.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específico.....	4
Justificación e Importancia.....	4
Justificación Social .....	4
Justificación Teórica.....	5
Justificación Metodológica.....	5
Importancia de la investigación.....	5
Hipótesis .....	6
Hipótesis General .....	6
Específicas .....	6
Variables.....	6
Delimitación de la Investigación .....	7
Delimitación Espacial.....	7

Delimitación Temporal.....	7
Delimitación del Universo.....	8
Delimitación del Contenido.....	8
<b>Capítulo II: Marco Teórico .....</b>	<b>9</b>
Antecedente Internacional y Nacional.....	9
Antecedentes Internacionales .....	9
Antecedentes Nacionales y Locales .....	12
Bases Teóricas .....	15
Calidad de Aguas Residuales .....	15
Cantidad de Aguas Residuales .....	22
Diseño de una PTAR .....	24
<b>Capítulo III. Metodología .....</b>	<b>39</b>
Metodología y Procedimientos.....	39
Metodología de investigación.....	39
Tipo de investigación .....	40
Nivel de Investigación .....	41
Diseño o alcance de investigación.....	42
Población y muestra .....	43
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
<b>Capítulo IV: Resultados y Discusión .....</b>	<b>53</b>
Presentación de Resultados .....	53
Calidad Del Agua Residual .....	53
Cantidad de Agua Residual Actual.....	55
Diseño de Planta de Tratamiento.....	56

Discusión de resultados .....	80
<b>Capitulo V: Conclusiones.....</b>	<b>82</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>83</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>88</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Variables de la investigación.....	7
<b>Tabla 2</b> Límites máximos permisibles de efluentes.....	17
<b>Tabla 3</b> Estándares de calidad ambiental de efluentes de PTAR.....	18
<b>Tabla 4</b> Tipos de aguas residuales .....	24
<b>Tabla 5</b> Niveles de tratamiento de aguas residuales .....	26
<b>Tabla 6</b> Comparación de valores encontrados en el punto de muestreo PTAR1 con los límites máximos permisibles establecidos en la D.S. N° 003-2010-MINAM.Fuente. Estudio de calidad de agua residual.....	53
<b>Tabla 7</b> Comparación de valores encontrados en el punto de muestreo PTAR1 con los estándares de calidad ambiental establecidos en la D.S. N° 004-2017-MINAM. ....	54
<b>Tabla 8</b> Cantidad de agua residual que ingresa al sistema.....	55
<b>Tabla 9</b> Población de la zona nevada del distrito de Capazo 1993 - 2007 .....	56
<b>Tabla 10</b> Población de la zona nevada del distrito de Capazo 2017.....	56
<b>Tabla 11</b> Cálculo de la tasa de crecimiento por el método aritmético.....	57
<b>Tabla 12</b> Cálculo de la tasa de crecimiento por el método geométrico .....	58
<b>Tabla 13</b> Cálculo de los caudales de diseño para le dimensionamiento de las estructuras de tratamiento .....	59
<b>Tabla 14</b> Cálculo dimensiones del canal, ingreso y salida del canal by-pass y espaciamiento de rejilla .....	60
<b>Tabla 15</b> Cálculo de dimensiones de la cámara desarenador.. ....	63
<b>Tabla 16</b> Cálculo dimensiones del vertedero sutro.....	64
<b>Tabla 17</b> Cálculo de dimensiones del Tanque Imhoff.....	68

<b>Tabla 18</b> Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento secundario tanque filtro percoladorFuente..	71
<b>Tabla 19</b> Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento sedimentador secundario.	73
<b>Tabla 20</b> Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento terciario cámara de cloración	75
<b>Tabla 21</b> Cálculo de dimensiones de las cajas de secado de lodos	77

## Índice de Figuras

<b>Ilustración 1</b>	Proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas .....	12
<b>Ilustración 2</b>	Proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas .....	27
<b>Ilustración 3</b>	Esquema de tratamiento preliminar .....	29
<b>Ilustración 4</b>	Sección de tratamiento preliminar .....	30
<b>Ilustración 5</b>	Esquema de diseño de desarenador.....	31
<b>Ilustración 6</b>	Esquema de diseño de aforador .....	32
<b>Ilustración 7</b>	Vista en planta de tanque Imhoff .....	34
<b>Ilustración 8</b>	Sección de un tanque Inhoff .....	35
<b>Ilustración 9</b>	Componentes del filtro percolador .....	36
<b>Ilustración 10</b>	Partes de un sedimentador .....	37
<b>Ilustración 11</b>	Tratamiento terciario con Cámara de cloración.....	38
<b>Ilustración 12</b>	Estado situacional actual del sistema de tratamiento actual, se encuentra colamatado y no se está produciendo el tratamiento .....	45
<b>Ilustración 13</b>	Levantamiento topográfico del área de estudio, la superficie es regular en la parte alta e irregular accidentada en la parte baja.....	46
<b>Ilustración 14</b>	Protocolo de muestreo del agua residual para el traslado y control de calidad en laboratorio.....	47
<b>Ilustración 15</b>	Proceso de aforo del agua residual que ingresa al sistema de tratamiento actual.....	49
<b>Ilustración 16</b>	Representación del crecimiento poblacional .....	57
<b>Ilustración 17</b>	Representación del crecimiento poblacional .....	58
<b>Ilustración 18</b>	Diseño en planta y sección del canal de rejillas .....	61
<b>Ilustración 19</b>	Diseño de sección del canal de rejillas.....	62

<b>Ilustración 20</b> Diseño de vertedero sutro .....	64
<b>Ilustración 21</b> Diseño de la planta y sección longitudinal del canal desarenador .....	65
<b>Ilustración 22</b> Diseño de sección transversal del canal desarenador .....	65
<b>Ilustración 23</b> Esquema de aforador.....	66
<b>Ilustración 24</b> Diseño en planta y sección del aforador .....	67
<b>Ilustración 25</b> Diseño en planta del tanque ImhoffFuente. ....	69
<b>Ilustración 26</b> Diseño de sección del tanque ImhoffFuente. ....	70
<b>Ilustración 27</b> Diseño de filtro percolador .....	72
<b>Ilustración 28</b> Diseño de sedimentador secundario.....	74
<b>Ilustración 29</b> Diseño de cámara de cloración .....	76
<b>Ilustración 30</b> Diseño de la planta de la caja de secado de lodos.....	78
<b>Ilustración 31</b> Diseño de la sección de la caja de secado de lodos .....	78
<b>Ilustración 32</b> Distribución de estructuras de tratamiento primario, secundario y terciario .....	79

## Resumen

La presente investigación “Evaluación de la calidad y cantidad de agua residual para el diseño de la planta de tratamiento de la localidad de Capazo, Puno – 2022”, Trata la problemática actual del mal funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales con lagunas de oxidación de la localidad de Capazo para el planteamiento de una alternativa de solución, para esto, se formuló el objetivo de determinar la cantidad y calidad del aguas residuales para el proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales en la región nevada de la localidad de Capazo.

La metodología utilizada fue deductiva, de tipo aplicada, nivel de investigación correlacional y diseño no experimental. El universo de estudio está constituido por el conjunto de plantas de tratamiento de tipo combinado de la región Puno, el espacio de estudio es la región nevada del distrito de Capazo.

Como resultados del estudio se logró la suma de agua residual que ingresa en 1.83 L/s, y el caudal promedio de diseño proyectado a 20 años es 2.46 L/s, en cuanto a la calidad se tiene que los cuantificaciones aceites y grasas, coliformes fecales, la cantidad bioquímica de Oxígeno, el pH y los sólidos suspendidos totales superan los valores máximos admisibles y patrones de calidad ambiental, por lo tanto, se propone un diseño mixto (anaerobio/aerobio) con pretratamiento con cámaras de rejillas y desarenador, tratamiento primario con tanque Imhoff donde se disminuyen los sólidos suspendidos a razón de 25mg/L, procedimiento secundario con filtro percolador con sedimentador en los que se retendrán hasta el 90% de elementos orgánicos, un tratamiento terciario con cámara de cloración, se llegó a la conclusión que además de la calidad y cantidad es necesario considerar el clima para el proyecto de planta de tratamiento en la localidad de Capazo.

**Palabras Clave:** Calidad, cantidad, tratamiento de agua residual.

## **Abstract**

The present investigation "Evaluation of the quality and quantity of residual water for the design of the treatment plant of the town of Capazo, Puno - 2022", deals with the current problem of the malfunction of the residual water treatment plant with lagoons of oxidation of the town of Capazo for the approach of an alternative solution, for this, the objective of determining the quantity and quality of residual water for the design of the wastewater treatment plant in the snowy area of the district of Capazo was formulated.

The methodology used was scientific, of an applied type, correlational research level and non-experimental design. The study population was made up of the set of combined type treatment plants in the Puno region, the study area was the snowy area of the Capazo district.

As research results, the amount of residual water that enters is 1.83 L/s, and the average design flow projected for 20 years is 2.46 L/s, in terms of quality, the parameters oils and fats, coliforms feces, the biochemical oxygen demand, the pH and the total suspended solids exceed the maximum admissible values and environmental quality standards, therefore, a mixed design (anaerobic/aerobic) is proposed with pretreatment with grate chambers and sand trap, treatment Primary with a Imhoff tank where suspended solids are reduced at a rate of 25mg/L, secondary treatment with a trickling filter with a sedimentation tank in which up to 90% of organic elements will be retained, a tertiary treatment with a chlorination chamber, the conclusion was reached that in addition to quality and quantity it is necessary to consider the climate for the design of the treatment plant in the town of Capazo.

**Keywords:** Quality, quantity, residual water treatment,

## **Introducción**

El objeto de estudio comprende la evaluación inicial in-situ de la calidad y cantidad de aguas residuales de origen doméstico, características topográficas del terreno y la realidad poblacional, y de esta manera poder discriminar y elegir una tecnología de tratamiento, el desarrollo de mi trabajo de investigación se justifica desde la perspectiva social ya que esta propuesta elevará la calidad de vida de la población beneficiaria, disminuiría la generación de pasivos ambientales y el sinceramiento de los datos base de diseño acorde con la realidad climática del área de nevada de la localidad de Capazo-Puno, este trabajo se desarrolló de la siguiente manera:

El objetivo de esta investigación es conocer la cantidad a partir del aforo y calidad del agua residual determinada en laboratorio para plantear un proyecto para una planta de tratamiento de aguas residuales en la región nevada del distrito de Capazo, puesto que, actualmente ésta se encuentra en una zona con clima muy agresivo lo que influye en su funcionamiento, en consecuencia, no acepta los valores aceptables más extremas y los estándares de calidad ecológica, creando una fuente de contaminación para el clima y la población circundante.

Para la ejecución de la investigación, se delimitó a la zona de investigación en la región nevada de la localidad de Capazo, seguidamente se procedió con el aforo y muestreo del agua residual para obtener la cantidad y caracterizar sus parámetros respectivamente, a partir de estos resultados se efectuó el análisis en gabinete para la elección de una metodología y tipo de tratamiento acorde con la realidad climática, social y población del área de investigación, Por lo tanto, se propone un diseño de planta de clasificación combinada. (anaerobio/aerobio) con un nivel de desarrollo primario de tanque Imhoff, nivel secundario con filtro percolador con sedimentador y nivel terciario con cámara de cloración.

Para la comprensión del presente estudio se distribuye en cuatro capítulos los que se desarrollan como sigue:

El primer capítulo: Planteamiento del estudio, expongo al planteamiento y formulación del problema de investigación en donde se explica de manera sucinta la problemática actual que se vive en la localidad de Capazo por un mal funcionamiento de su sistema de tratamiento.

En el segundo capítulo: Marco teórico, en éste doy a conocer los antecedentes de la investigación realizados tanto a nivel internacional como nacional, respecto de la calidad y cantidad de aguas saneadas, además de sistemas de tratamiento utilizados, en relación con cada realidad poblacional del área de estudio, principalmente focalizándome en el diseño de tanques Imhoff y a su estudio y utilización en climas agresivos como es el caso de Capazo.

El tercer Capítulo: Metodología, en este se señala detalladamente las recomendaciones tanto para la recolección de información, análisis y resultados de acuerdo con el tipo, nivel y diseño de investigación concerniente a la metodología de recolección de información, evaluación de los parámetros del agua y diseño de la propuesta del proyecto considerando el conjunto de procesos de tratamiento de las aguas residuales del tipo combinado.

El cuarto Capítulo: Resultados y Discusión, se detallan los valores resultantes de la apreciación de la calidad del agua residual y la estimación de agua actual como la de diseño para el planteamiento de la metodología de planta de tratamiento que para la realidad situacional de la zona nevada de del distrito de Capazo en donde debo citar a Mondragón y Sánchez quienes manifiestan que para el proyecto de una planta de saneamiento se debe realizar un proceso de muestreo y evaluación de las características del agua para elegir una metodología de tratamiento idónea y garantizar el funcionamiento correcto de la misma

designado personal permanente para su operación y mantenimiento por ello que se plantea un proceso de tratamiento combinado anaerobio y aerobio con nivel de tratamiento primario, secundario y terciario, con el apartado de discusión se precisa los beneficios y la eficiencia de cada componente.

## Capítulo I. Planteamiento del Estudio

### Planteamiento y Formulación del Problema

#### *Planteamiento del Problema*

**Descripción del Problema.** En la naturaleza la problemática del agua residual no tratada es evidente de acuerdo con el boletín técnico 04-2020, en Ecuador en 63,3% de municipios gestionan el saneamiento, y en el mundo el 83.3% de sistemas de tratamiento cumplen con los requisitos de calidad de agua, en los demás no se alcanza el estándar de calidad de tratamiento, a nivel nacional en la localidad de Chinchero Cusco al año se ahorra 230,000 dólares en transporte de gracias a la gestión de materiales orgánicos producto de una decisión ideal de tratamiento de aguas residuales disminuye la contaminación de la laguna de mareas de Piuray, tanto según el informe Wastewater From Waste to Asset distribuido en Walk 2020 por el Banco Mundial, así como a nivel cercano según el informe presentado por la Comisión Multisectorial para la Contrarrestación y Recuperación Natural del Lago Titicaca y sus Alimentadores en 2014, demuestra que en la gélida región de la zona de Ananea en Puno el mal tratamiento de aguas residuales genera una carga de 230.0 de DBO<sub>5</sub> por año que significa el 4.68% de aporte al efluente, acrecentando la contaminación del lago Titicaca. (Rodríguez, Serrano, Delgado, Nolasco, & Saltiel, 2000)

La problemática de descarga de las aguas residuales no tratadas en la región nevada de la localidad de Capazo que se encuentra a 4650 m.s.n.m. es manifiesta, ya que la planta de tratamiento en curso con estanques de marea de oxidación está obstruida, implosionada y solo sirve al 75% de la muestra urbana contribuyente, esto porque durante su etapa de diseño no se consideró el factor social y climático ya que se encuentra ubicada en una zona bioclimática nevada sumamente agresiva con presencia de lluvias con temperaturas por debajo de cero grados centígrados, la variabilidad orográfica e inestabilidad poblacional,

todos estos componentes Sostuvieron que la planta de tratamiento habitual a través de lagos de oxidación o de corriente se encuentre paralizada por ausencia de desarenador, colapsada y deteriorada ocasionando filtraciones generando pasivos ambientales poniendo en riesgo el medio ambiente y la población beneficiaria.

**Objeto del Estudio.** Debido a que actualmente se evidencia problemas en cuanto al tratamiento de las aguas residuales, un objetivo de este estudio es la cuantificación del agua residual que ingresa al sistema, otro objetivo es conocer y proyectar la cantidad de población aportante al sistema alcantarillado, además, dado que el procedimiento de tratamiento actual no es funcional, es obligatorio conocer también los parámetros del agua para elegir y diseñar una planta de tratamiento ya sea con una tecnología aerobia, anaerobia ó mixta para dar solución al problema del vertimiento de aguas no tratadas que existe actualmente.

En cuanto al campo de acción de la investigación, este está focalizado en los elementos del relieve superficial del área de estudio para evaluar si la metodología de tratamiento requerirá o no la intervención de energía para lograr su funcionamiento, por otro lado, en la presente investigación se estudia la aplicación de diferentes tecnologías de tratamiento que son utilizados en zonas con climas agresivos como es nuestra área de estudio.

En cuanto al planteamiento científico, se utilizó la estrategia de la observación inicial luego un proceso de recolección de datos e información correspondiente a la población, relieve del terreno, cantidad y calidad del agua residual descargada al sistema y por ultimo a cotejar esta data con la información proporcionada por autores de textos y entidades encargadas de realizar estos estudios, para corroborarlos y a partir de estos realizar el diseño mediante el dimensionamiento de las distribuciones que componen todos los niveles de tratamiento.

El presente estudio se justifica puesto que su propósito es dar una idea del plan de diseño hidráulico de la planta de desinfección que depende completamente de la evaluación de la calidad y la cantidad de flujo de agua, así como de las caídas de la superficie donde se trabajará, para aliviar el problema de la contaminación debido a los desechos. agua actualmente descargada que influyen en la población ocupante y el clima, lo que podría actuar sobre la satisfacción personal de la población y los factores ambientales de la región del nevado de la localidad de Capazo, así mismo, estas obras pueden actuar como motivo de una potencial mediación de la zona. así como aquellas personas, entre estudiantes, estudiantes universitarios y expertos, interesados en planificar la planta de esterilización de aguas residuales de cosecha propia, para moderar los problemas naturales que actualmente se están produciendo en la región de revisión, se evalúa la naturaleza de las aguas residuales la cual es la variable independiente para formular un diseño de planta idóneo para esa calidad de agua que viene a ser la variable dependiente del presente estudio.

### ***Formulación del Problema***

**Problema General.** ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la calidad y cantidad de agua residual para el diseño de la planta de tratamiento que mejore la condición sanitaria de población de la localidad de Capazo, Puno – 2022?

**Problemas Específicos.** ¿Qué calidad y cantidad de agua residual vierte la población de la localidad de Capazo, Puno – 2022?

¿Cuál es el diseño de planta de tratamiento propuesto para mejorar la condición sanitaria de la población de la localidad de Capazo, Puno - 2022?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Desarrollar la evaluación de la calidad y cantidad de agua residual para el diseño de una planta de tratamiento que mejore la condición sanitaria de la población de la localidad de Capazo, Puno – 2022.

### ***Objetivos Específico***

Conocer la calidad y cantidad de agua residual que vierte la población de la localidad de Capazo, Puno – 2022.

Elaborar un diseño de planta de tratamiento para la mejora de la condición sanitaria de la población de la localidad de Capazo, Puno – 2022.

## **Justificación e Importancia**

### ***Justificación Social***

La justificación social de esta investigación radica con el propósito general de plantear un diseño de planta de saneamiento con una tecnología eficiente en un clima hostil que mitigue el problema del vertimiento de agua residual no tratada (mejorando la calidad de vida de la población), a consecuencia de la no consideración de factores climáticos en su diseño y construcción, además de la topografía, temperatura y población aportante al sistema que es de condición inestable, ocasionando su falla, en consecuencia un mal funcionamiento convirtiéndose en una fuente de agente contaminante como para el cuerpo receptor como para los habitantes circundantes, en vista que la condición actual del sistema de tratamiento es desfavorable para la salud y el medio ambiente y con el objeto de elevar la calidad de vida de los pobladores de la localidad de Capazo y por ser un derecho elemental se realiza esta investigación que contempla la evaluación de la calidad y cantidad de agua residual vertida para proponer un diseño de planta de tratamiento optima que beneficiara directamente a la

población residente en el área urbana y mitigara la contaminación ambiental actual de la localidad de Capazo.

### ***Justificación Teórica***

El proyecto de diseño de una planta de saneamiento de aguas residuales a partir de sinceramiento de los datos recolectados en campo y la valoración de la calidad de aguas residuales actuales con teorías de tratamiento combinado entre aerobio y anaerobio en climas hostiles, nos permite la elección y desarrollo de una tecnología de tratamiento idónea y acorde con la realidad problemática del área de estudio por medio del aprovechamiento del área y pendiente que cuenta el terreno disponible.

### ***Justificación Metodológica***

El presente trabajo de investigación se desarrolló primero con la delimitación del área de estudio que corresponde a la zona urbana y el levantamiento topográfico del área en la que se encuentra la planta de tratamiento para obtener la pendiente del terreno, seguidamente se recolecto datos de campo por medio de fichas de registro de población y aforos de agua para cotejarlos con los obtenidos de fuentes estatales, el muestreo de agua residual también se llevó a cabo para su evaluación. y posteriormente de acuerdo con los resultados de laboratorio se formuló un diseño de una planta de tratamiento idónea para el área de estudio.

### ***Importancia de la investigación***

La ejecución de esta investigación es importante puesto que podrá utilizarse como alternativa de solución a la situación actual por parte del gobierno local, asimismo será útil para los profesionales de la rama de ingeniería, municipios, entidades que prestan el servicio de higienización, Comisiones administradoras de servicio de saneamiento, y consideren utilizar métodos adecuados para la elección de tecnologías de tratamiento idónea y acorde a

cada condición geográfica, climática y situación económica del lugar de ubicación, ya que hoy en día se tiene información limitada sobre diseño hidráulico de plantas de tratamiento de aguas residuales para las condiciones climáticas hostiles del altiplano entre las ubicaciones de 4520msnm hasta los 5000msnm, asimismo para las condiciones económicas de nuestras pequeñas municipalidades, que en conjunto al verter sus aguas residuales domesticas se convierte en un foco contaminante acumulado para los cauces de los ríos, Lagunas y lagos, estos resultados pueden ser utilizados como línea base para la formulación y realización de proyectos inversión por parte de estudiantes, proyectistas y unidades ejecutoras de carácter local.

## **Hipótesis**

### ***Hipótesis General***

La evaluación de la calidad y cantidad de agua residual para el diseño de una planta de tratamiento mejorara la condición sanitaria de la población de la localidad de Capazo, Puno – 2022.

### ***Específicas***

Los resultados de la evaluación de la calidad y cantidad de agua contribuyen al diseño de una planta de tratamiento.

El diseño de una planta de tratamiento mejorará la condición sanitaria de la población de la provincia de Capazo, Puno – 2022

## **Variables**

Independiente: Evaluación de la Calidad y Cantidad de aguas residuales

Dependiente: Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales.

**Tabla 1**

*Variables de investigación*

<b>Independiente: Evaluación de la Calidad y Cantidad de agua residual</b>
- La evaluación de las características físico-químicas y la cantidad del agua residual sirve como base de diseño de planta de tratamiento
La calidad del agua residual es determinada a partir del muestreo y parametrización a través de procedimientos con equipos en laboratorio
La cantidad de agua residual es medida a través de un proceso de aforo in situ en el último buzón de la red de alcantarillado emisor
<b>Dependiente: Diseño de planta de tratamiento de agua residual.</b>
- El planteamiento de un diseño de planta de tratamiento de aguas residuales es en función de los resultados de la evaluación de la calidad y cantidad de agua residual vertida.
Proceso de dimensionamiento de las estructuras de tratamiento discriminando la tecnología de tratamiento a partir de las características y cantidad del agua residual y en función de la teoría y normativa vigente

*Fuente.* elaboración propia

**Delimitación de la Investigación**

***Delimitación Espacial***

El área geográfica en donde se desarrolló la investigación es la región nevada de la localidad de Capazo, área urbana con sistema de alcantarillado hasta el borde exterior del distrito proyectado de acuerdo con el crecimiento poblacional, en cuanto al espacio disponible para el diseño de planta de tratamiento se consideró el área perpendicular al sistema existente puesto que éste presenta una pendiente favorable para el planteamiento de un sistema de tratamiento mixto por gravedad lo que contribuye a la reducción de costo de operación y mantenimiento, que no será necesario el uso de energía en sistemas de impulsión.

***Delimitación Temporal***

El periodo en el que se desarrolló la investigación es el primer trimestre del año, puesto que, en éste, el clima es el más severo de todo el año, además el proceso de muestreo

y aforo se realizó los jueves que es el día en el que se realiza la feria local con afluencia masiva de personas las cuales someten a la máxima exigencia el sistema actual, ofreciendo datos certeros para el proceso de investigación.

### ***Delimitación del Universo***

Para el presente trabajo le corresponde el universo de estructuras de tratamiento anaerobio y aerobio que componen las plantas de tratamiento de aguas residuales de la zona nevada de la región Puno, se ha discriminado y no considerado estructuras de tratamiento fuera de la zona nevada puesto que el objetivo del presente trabajo es la evaluación y diseño de planta de saneamiento óptimo para el clima agresivo de la zona nevada de la localidad de Capazo Puno.

### ***Delimitación del Contenido***

Para formular un diseño de planta de tratamiento de aguas residuales se evaluó la calidad y cantidad del agua a través de su caracterización en laboratorio y aforo respectivamente, este análisis se ejecutó tomando en cuenta la teoría además de la normativa vigente limitado por los sistemas de tratamiento combinado anaerobio y aerobio tomando en cuenta sus limitaciones en cuanto a funcionamiento en climas remotos como es el caso de la región nevada de la localidad de Capazo Puno, asimismo, se consideró los datos topográficos del terreno disponible para la propuesta y la inestabilidad poblacional, provocando un sinceramiento en los datos que conlleve a la formulación de un diseño de planta de saneamiento óptimo para el distrito de Capazo Puno.

## Capítulo II. Marco Teórico

### Antecedente Internacional y Nacional

#### *Antecedentes Internacionales*

La problemática del vertimiento es de manifiesta en el mundo por ello con él se realiza en un estudio con el objetivo de conocer la productividad y peligrosidad para las aguas subterráneas del marco de tratamiento convencional para la cura de las aguas residuales de cosecha propia, con la filosofía de la representación de las instalaciones de prueba e investigación de las aguas residuales de la ciudad de Xiantao, China, a partir de la cual se razona que su exposición se ve disminuida con expandiendo el tiempo de ejecución, y la efectividad de la corrupción de COD, NH<sub>3</sub> - N, TN y TP de las aguas residuales de cosecha propia disminuyó en un 10%, 18%, 15% y 28% por separado de 2012 a 2018. Debido al grado irrazonable de agua subterránea dentro de Jiangnan llanura y la falta de un enemigo de la capa de fuga en el marco de tratamiento habitual, suponen además que las aguas subterráneas y superficiales tienen una conductividad innecesaria, además de demostrar que el tratamiento de aguas residuales de cosecha propia a largo plazo tiene un alto riesgo de contaminar las aguas subterráneas poco profundas, lo cual afianza el diseño de planta de tratamiento combinada ya que esta no producirá filtraciones (Wu, 2020).

El artículo científico de la revista Chemosphere, trata la problemática del funcionamiento de Tratamiento de aguas residuales con filtros, con el objetivo de evaluar el mejoramiento de la terminación de componentes minerales con contenido de nitratos en aguas residuales a través de un dispositivo separador delimitado por la sección de agua por gravedad, con la utilización de tanques de capacidad. El mantenimiento con zeolitas, teniendo posteriormente que se avanza en la disminución de nitratos en un 80% con este aparato, la utilización de la edad biofisiológica, da una cura verde por dichos canales, lo que

se suma a la evacuación de sustancias extrañas, por ejemplo, porque de sus pertenencias, suponen que la utilización de texturas pétreas permeables alberga la mayor cantidad de microorganismos vigorosos, formando bioláminas que atraen y consumen mucho oxígeno, el cual actúa en la desnitrificación del agua restante que las atraviesa, lo que refuerza el diseño. Planta de tratamiento con filtro percolador proporcionada en este documento. (Song, y otros, 2020)

Prada, J. (2017), en su investigación evalúa la problemática identificada en el tratamiento convencional utilizado en la localidad de Punta Baja, utilizando el método de muestreo y caracterización en laboratorio del agua residual, obtuvo como resultado que el agua tratada contenía elementos patógenos en demasía superando en 20% del valor máximo admisible, a partir de sus resultados concluye que las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser diseñadas y distribuidas de acuerdo a la realidad social y climática de la zona intervenida ya que el funcionamiento eficiente de esta depende de la calidad del agua residual descargada, la temperatura de la zona, y distribución de componentes, percibe que en la planta de tratamiento evaluada no se consideró la temperatura en su diseño por lo que no se lleva a cabo un buen tratamiento manifestándose una carga excesiva de patógeno a la salida del agua residual.

Almeida Villarreal, (2019) al percibir la problemática que se presenta en el procedimiento de saneamiento de aguas residuales de la localidad de Tulcán, que solo se remueve 19% de carga contaminante del agua residual que ingresa, para lo cual utilizando el método verificación de funcionamiento in-situ, medición de caudales y evaluación de la caracterización de agua residual en el interior de la afluyente y efluente de la PTAR conformada por una cámara de rejillas gruesas y fosas sépticas, obtuvo como resultado que actualmente solo se remueve el 19% de carga contaminante, concluyendo que no se

consideró las características iniciales del agua residual por lo que no se tiene un tratamiento eficiente porque en su diseño ya no se estudian las instalaciones adecuadas para la protección y extracción de lodos, además, propone un diseño con canal de aproximación con rejillas, desarenador aireado con aforador Parshall, clarificador primario, filtro percolador y clarificador secundario rectangulares.

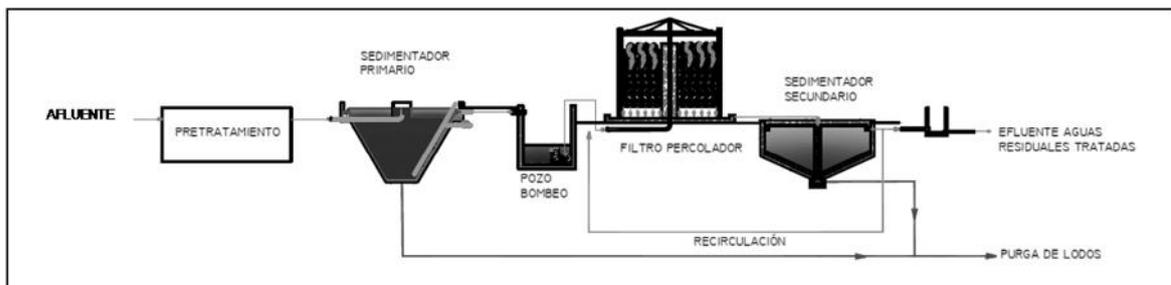
Cuatis, L. N. (2018) Estudió la problemática de escases de recursos hídricos consumibles por una mala práctica de las aguas tratadas en los cuerpos de aguas generados en el municipio Soatá en Boyacá, Colombia, utilizando la metodología de evaluación por separado ya que el sistema de recolección actual es dual uno para aguas residuales y otro para aguas de lluvia, encontrando que el 50% de aguas residuales no son tratadas ya son vertidas claramente en zanjas de filtración y alimentadores en la parte baja del distrito generando un problema para las personas río abajo, concluye que es primordial para efectos de diseño de PTAR evaluar por separado los sistemas de recolección que se tenga, también propone un diseño funcional mediante lodos activados removiendo contaminantes y solidos suspendidos basado en recirculación de biomasa más eficiente.

Flores, T. (2020). Trata la problemática de la escases de recursos hídrico en el norte de Chile por un mal tratamiento de aguas residuales o por falta de su almacenaje o disposición final del agua ya tratada, de su evaluación obtiene que en Coquimbo utiliza el 83% del patrimonio hídrico total para la agricultura, inundando 146.000 hectáreas, sea como fuere, el 17% para Antofagasta, humedeciendo 1.814 hectáreas encontrando contenido de sulfato, boro, arsénico, cloruro y sólidos disueltos totales, lo que resultaría dañino en un eventual riego de zonas agrícolas el investigador concluye que para poder lograr el reciclado de aguas tratadas tanto para los peligros agrícolas como consumo de ganado es necesario evaluar primero la disposición final o almacenaje del agua tratada así como de los desechos

producto del tratamiento, considerando si la zona de tratamiento es una zona con potencial agrícola, ganadero o industrial.

## **Ilustración 1**

### *Proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas*



*Fuente.* Salas, (2020)

### ***Antecedentes Nacionales y Locales***

Mondragón & Sánchez, (2017) trato la problemática de generación de pasivos ambientales de la lamentable actividad del marco de tratamiento de aguas residuales en el continuo metropolitano de la ciudad de Trujillo en Perú, para lo cual se propuso como objeto evaluar la actividad de una planta de desinfección de aguas residuales, utilizando la estrategia de prueba y representación del agua durante la marco de tratamiento, a partir del examen de laboratorio, obteniendo como resultados que los coliformes termo-clementes tienen una oposición mayor al 40%, y una Solicitud de Sustancia de Oxígeno mayor al 58.5% en la medida de lo posible, lo que confirma que ciertamente no existe una excelente remediación y extracción de limo para secado, lo que provoca un desarrollo de impurezas ecológicas, logrando el entendimiento de que se debe tener un conjunto duradero y que se deben seguir plazos de protección, así como tener un desarrollo y serie de datos suficientes sobre su actividad, sin perjuicio de lo anterior. confirmaciones ocasionales de grados estándar de

limpieza del agua, para efectos de esta investigación este antecedente sirve como referencia en cuanto a la consideración de componentes que faciliten la operación y mantenimiento.

Carcausto, F. (2019). Investigo el problema del mal funcionamiento de los sistemas de saneamiento convencional con lagunas oxidaciones en la región nevada de la localidad de Ananea, este tratamiento existente en dicha localidad se encuentra colapsado y no funciona dado el clima hostil de la zona, se plateo los objetivos de valorar la calidad del agua y la topográfica del terreno para lo cual utilizo una metodología de toma de muestra y levantamiento topográfico con procesamiento en gabinete obteniendo como resultados que la pendiente mínima para lograr la fuerza tractiva debe ser de 5%, y que el agua residual supera los LMPs y ECAs, puesto que no se consideró el factor climático durante su diseño, por ultimo concluye que es primordial considerar además de la calidad de las aguas residuales, estabilidad poblacional, topografía del terreno también el factor climático para tener el diseño de planta de saneamiento funcional.

Según, Espinoza, F. (2018) viendo la problemática de generación de olores y fallas en los sistemas de bombeo de aguas residuales en el área residencial del distrito de San Juan de Miraflores Finalizó un trabajo de estudios con El objetivo de diseñar un sistema de tratamiento que no implique un dispositivo de accionamiento que se base en la corriente que reemplaza los tanques de ajuste actuales, en un lugar limitado por la reducción del espacio accesible, analizó y evaluó la productividad de la máquina de tratamiento de impulso, dando un planificar tanques Imhoff y canales que sean posibles desde el punto de vista especializado, económico y ecológico, suponiendo que los estudios deben orientarse hacia la utilización de sistemas de tratamiento que vendan agua aliviada para los distritos de acción del sistema de agua y presenten los esfuerzos en su practicidad especializada y económica,

sin un par y tamaño de ingredientes medicinales para regiones pequeñas, que se presenta como un precursor para ayudar a mi diseño.

Ubaldo, & Chirinos, (2020) Viendo la problemática de la descarga de aguas residuales sin tratar en los humedales y quebradas aledañas a la villa Huaripampa en Ancash, se propusieron como motivo para conocer las consecuencias de la evaluación de la actual planta de tratamiento para proponer una mejora a su actividad ideal para lo cual aplicaron una estrategia de fiscalización aplicada con una metodología cuantitativa de nivel esclarecedor, no exploratorio, de corte transversal, realizaron una prueba tipo enumeración con el procedimiento de percepción a través de fichas especializadas, consiguiendo posteriormente que la PTAR de la villa Huaripampa se encuentra a partir de ahora colapsada, los investigadores llegaron a la conclusión que dado el estado colapsado de la PTAR es necesario mejorar su diseño con la utilización de estructuras tanto en calidad como en tamaño considerando el crecimiento poblacional y la modernización de las áreas urbanas que se beneficiaran, ya que por falta de esta consideración los diseños de plantas de tratamiento no funcional y con el tiempo colapsan, este antecedente sustenta el proceso de diseño de la planta de tratamiento de la localidad de Capazo que se considera tanto el crecimiento poblacional el proceso de modernización del sector céntrico.

Miranda, & Cantu, (2019) en su indagación trataron la problemática del vertimiento de las aguas residuales no tratadas en las áreas agrícolas aguas debajo de la zona rural del centro poblado Quenuayoc, distrito independencia, provincia Huaraz, región Ancash, con el objetivo de conocer la condición del vertimiento y funcionamiento de la PTAR, Se utilizó el método aplicado, la cual es de nivel cualitativo, una especie de plan exploratorio y correlacional, se hizo con el motivo planteado de realizar un diagnóstico y mejoramiento dentro del marco fundamental de saneamiento dentro de la ciudad de Quenuayoc, obteniendo

resultados desfavorables al sistema actual por lo que concluyen que el 80% de agua residual generada por la población no es tratada y es vertida directamente a los cuerpos receptores puesto que las poblaciones rurales alejadas no son atendidas con este servicio ya que la orografía y clima de estas zonas de la sierra no permiten la implementación de plantas de tratamiento convencional.

## **Bases Teóricas**

### ***Calidad de Aguas Residuales***

Crites & Tchobanoglous, (2000) Afirma en su texto “Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones” Que los primeros objetivos de la cura deben ser comprender las cualidades de los tipos y atributos de los componentes que componen un agua sobrante de cosecha propia a partir de una cuarta parte del número de habitantes en varias áreas metropolitanas formadas por el surtido social y la variedad de estrategias efectivas de un público en general a través de un procedimiento de evaluación separada para rastrear dentro de la pieza de sus aguas residuales los componentes nocivos convencionales, metálicos, compuestos y orgánicos, así como separar las corrientes horarias y diarias más grandes, encontrando resultados sectorizados, así como enfatizando la expansión De esta manera, podría ser poco práctico para las comunidades urbanas con activos monetarios limitados, razona que en las comunidades urbanas con pocas fuentes monetarias, se deben elegir medicamentos combinados que tengan un grado en cuanto a la desinfección de los desechos descargados de cada uno de sus áreas.

López & Herrera, (2016) en su trabajo de investigación “Planta de Tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo” Declarar que la calidad de las aguas residuales en el diseño son estadísticas que deben ser tratadas, lo cual incide en su contextualización a la realidad social,

monetaria y climática ante el plan de una planta de tratamiento de aguas residuales además de estar relacionado con la determinación de un dispositivo de remediación de agua con la utilización de rellenos de reactores de sedimentación de lecho utilizados en la disminución de la dependencia natural desintegrada con la asistencia de microorganismos anaerobios que pueden adherirse a la capa exterior del material de relleno.

Eddy & Metcalf, (2014) En su texto “Ingeniería de las aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización”, cuando el objetivo es procurar las distinciones en calidad (síntesis) entre las aguas servidas, sus kilómetros fluctúan desde el trayecto que recorre el cauce desde familias, particulares, empresas, áreas empresariales y sobre todo organizaciones hasta el punto de tratamiento. Están expuestos a procesos de mezcla entre sólidos, desechos naturales, desechos inorgánicos, de aguas y de origen subterráneo. Esto es realizado por las asociaciones de las organizaciones, ampliando las corrientes de tratamiento, determinadas a recuperar tarde o temprano en el plan los cambios de hora del agua eran a través de comerciantes externos y que la zona de la planta debe estar en una zona lejana del casco urbano.

Palacios, (2011) Quienes exploraron la síntesis de las aguas residuales familiares, encontrando que estas están formadas por partículas fuertes de varios tamaños, así como componentes regulares e inorgánicos que muy probablemente se liberan de las tiendas o talleres de reparación de automóviles que conforman las regiones metropolitanas, también encontraron que no solo hacer. Las aguas residuales de origen casero exudan caños, pero también están conformadas por componentes externos como tierra, arena y otros que se aportan o colocan por los frentes de los campos de revisión, por las juntas de las líneas, por los titulares de las asociaciones de familiares invidentes. y a través de las aguas subterráneas que fluyen bajo tierra, este estudio supone que esta multitud de elementos deben ser

examinados y pensados en algún momento en el detalle de una técnica de tratamiento y asegurar su desempeño.

**Tabla 2**

*Límites máximos permisibles de efluentes*

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
Ph	Unidad	6.5 - 8.5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

*Fuente.* D.S. N° 003-2010-MINAM

**Tabla 3***Estándares de calidad ambiental de efluentes de PTAR*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0.1	0.1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero			
	Escala Pt/ Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)		2,500	5,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0.2	0.5
Fenoles	mg/L		0.002	0.01
Fluoruros	mg/L		1	**

Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) +	mg/L	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> - -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	1	1,000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	**
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cromo Total	mg/L	0.1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0,01
Níquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24
<b>ORGÁNICO</b>			
<b><u>Bifenilos Policlorados</u></b>			
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.04	0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>			
Paratión	µg/L	35	35
<b><u>Organoclorados</u></b>			
Aldrín	µg/L	0.004	0.7
Clordano	µg/L	0.006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001	30
Dieldrín	µg/L	0.5	0.5
Endosulfán	µg/L	0.01	0.01
Endrin	µg/L	0.004	0.2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01	0.03
Lindano	µg/L	4	4
<b><u>Carbamato</u></b>			
Aldicarb	µg/L	1	11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes	NMP/100	1,000	2,000
Termotolerantes	ml		1,000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1,000	**
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1

Fuente. D.S. N° 004-2017-MINAM

Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, (2004) Aseveran que los barrios de la ciudad que las características de las aguas residuales están asociadas a la actividad fabril monetario-social que realizan, por lo que se debe hacer énfasis en la caracterización del contenido natural material, físico, químico y biológico. Presumir una delimitación o encuadre de activos comprometidos para su evaluación sin perjuicio de las redes de distribución desde los organismos domésticos, primarios, opcionales y radiantes hasta el factor de transporte dentro de la planta de desinfección.

**Características Físico-Químicas y Biológicas del Agua Residual.** Las cualidades reales de los líquidos remanentes son su sustancia de componentes desintegrados en suspensión de varios tamaños que podrían potencialmente combinarse o sedimentarse; todos los sólidos, que contienen los últimos componentes del procedimiento de disipación que llegan a una temperatura por encima del burbujeo a la que se oprime una cantidad de agua, los sólidos sedimentables, los componentes flotantes sujetos a filtración y desprendimiento o sedimentación se consideran dependiendo del tiempo de mantenimiento en el que se asientan luz de su peso y espesor explícitos procesados en la parte inferior del tanque que los transporta.

Llamada bioquímica del oxígeno (D-B-O5). Esta estrategia de definición para determinar la entrada de material de sustancia innata a través de microorganismos durante la degradación bioquímica de las variables naturales contenidas en no es inamovible al estimar cuánto oxígeno se descompuso por mililitro de agua considerada. En cuanto al ajuste de elementos regulares nitrogenados, es vital utilizar una gran cantidad de oxígeno a través de microorganismos que dependen de las variables climáticas, incluida la temperatura. D-B-O5 es responsable exclusivo de otorgar cuántos componentes naturales pueden ser biodegradables utilizando el volumen de agua.

Sustancia oxígeno interés (D-Q-O). Esta marca se ejecuta a través del producto de una sustancia reactiva cuya capacidad es la corrupción por oxidación para establecer la identidad del oxígeno en cuenta regular con la posibilidad de ser corrupto por oxidación, ya que la D-Q-O en los líquidos servidos es mayor que la D-B- O5 a la vista. que la oxidación natural incluye un ámbito más extenso de mezclas que la oxidación compuesta.

Límite natural, dentro de este límite de líquidos restantes de cosecha propia se consideran criaturas naturales particuladas para las cuales se propone un tratamiento natural, microorganismos, dentro de este tema de líquidos sobrantes hay pequeñas variables bacteriológicas y eucariotas en cantidades diarias, participan en el procesamiento de limo sedimentario, microbios, incorpora el universo de microorganismos que actualmente no son perceptibles para el ojo natural, específicamente Escherichia coli que está disponible en el agua oscura de los baños de los alojamientos metropolitanos, entidades orgánicas patógenas, estos microorganismos están compuestos por helmintos y entidades orgánicas bacteriológicas con la posibilidad de causar enfermedades como diarrea, cólera y fiebre tifoidea.

Tejido físico (Natural). Dada la idea de la fuente de edad de cabeza impulsada por agua, que tiene un número ilimitado de componentes sustanciales o naturales, es vital tener en cuenta la innovación del tratamiento antes de su implementación.

**Tipos de Agua Residual.** Existen muchos métodos para clasificar las aguas residuales según su lugar de origen: aguas residuales domésticas que se comparan con el agua utilizada en actividades diarias dentro de hogares, establecimientos, recursos y muchos otros. Cuyos artículos peligrosos son extremadamente bajos y con casi cero presencias de variables sintéticas dada su reserva. (Romero, 2001)

**Aguas residuales domésticas.** Es el agua utilizada en los deportes cotidianos en el interior de casas, establecimientos, escuelas, etc. Cuyos elementos peligrosos son extremadamente bajos y con casi ninguna presencia de elementos compuestos dada su fuente.

**Aguas residuales de origen industrial.** Se compara con líquidos que contienen sólidos en suspensión, que se pueden crear en fuentes modernas, incluidas plantas de fabricación, estudios mecánicos, entre otros.

**Aguas residuales municipales.** Son las aguas que se vierten por el sistema de alcantarillado de una ciudad, con contenido de recogidas naturales, aceites, grasas, nutrientes y microorganismos, etc.

**Agua amarilla.** Este grupo se atribuye a la combinación de líquidos iniciados en los servicios higiénicos (Orina), que tienen cantidades colosales de suplementos, productos químicos y sales.

**Agua gris.** Representa a aguas provenientes de aditivos sanitarios domésticos que pueden ser vertidas con un contenido excesivo de vitaminas, orgánicos y factores procedentes de detergentes dado su uso hogareño.

**Agua de café.** Agua parda es el nombre que se le da al líquido residual que incorpora bajas proporciones de heces y orina que, dada su escasa extensión, hacen un aporte insignificante de patógenos, hormonas y sólidos en suspensión.

**Agua Negra.** Estas aguas residuales están compuestas por orinas y heces con una carga patógena, nutritiva y orgánica excesiva y provienen en ocasiones de traficantes de productos químicos cuyo remedio se posterga.

### ***Cantidad de Aguas Residuales***

Portero & Amat. (2017) Para lograr el título profesional de ingeniero civil, sustentaron en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; La investigación “Evaluación de la Planta De Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Babahoyo”, con el propósito de caracterizar y determinar la suma de agua entrante y saliente de la planta de tratamiento, Expresar que el flujo del plan son datos para ser administrados y ampliar según el número de viviendas, la actividad, la hora y el día en el que se efectúa la medida, es significativo ante el plan de una planta de tratamiento de aguas residuales para evitar su colapso o falla en cuanto a su funcionamiento, además es primordial el conocimiento de la cantidad de agua residual para la elección de componentes de tratamiento y considerar el uso o no de energía externa para que se logre la reducción de material fecal, orgánico y nocivo del agua residual.

Arocha, S. (2020) En su texto “Abastecimiento de agua, teoría y Diseño” afirma que el volumen o cantidad de agua que es descargada al sistema alcantarillado debe ser recabado según el cronograma a través de la forma de aforo, suponiendo que este es el volumen de agua remanente a cuidar en una unidad de región y por unidad de tiempo o, en conjunto, como flota junto con el agua remanente dispensada en una unidad alrededor de la solución ( $m^3/(m^2*d)$  o  $m^3/m^2/d$ ), por lo tanto, para las funciones de diseño, es muy importante tener la capacidad correcta de la cantidad de agua con la ayuda del método mecánico, ya que este hecho se asocia a la técnica de dimensionamiento de los componentes del tratamiento.

Rolim, S. (2000) En su texto *Sistemas de Laguna de Estabilización* asevera que los fluidos votados es el agua generada en un entorno urbano que poseían con tuberías de las aguas potables, su cuantía o porción es variable de acuerdo con el número de viviendas, comercios y áreas comunes, también manifiesta que la cantidad es varía según el horario y el día de la semana en la que se mide, depende de la actividad en la que se ocupó, Normal de uso diario, cada vivienda, en ejercicios comerciales y/o productivas, puede derivarse en las redes de acumulación más cercanas a estructuras de tratamiento de las aguas residuales.

**Tabla 4**

<i>Tipos de aguas residuales</i>		
<b>doméstica</b>	actividades desde el interior de las viviendas, colegios, fabricas, etc.	presentes en moderadas concentraciones
<b>Agua residual municipal</b>	Son trasladados por el alcantarillado desde una ciudad o población	Contiene materia de procedencia orgánica, nutrientes y patógenos, etc.
<b>Agua residual industrial</b>	Provenientes de las descargas de industrias	Su contenido tiene relación con el tipo de industria Y/o procesos industriales
<b>Agua negra</b>	Contiene orina y heces	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos
<b>Agua amarilla</b>	Es la orina trasladada con o sin agua	Alto contenido de nutrientes, hormonas y elevada concentración de sales
<b>Agua café</b>	Agua con contenidos de pequeña cantidad de heces y orina	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos
<b>Agua gris</b>	Procedentes de lavamanos, duchas, lavadoras	Contienen pocos nutrientes y agentes patógenos, muy por el contrario, ostentan máxima carga de productos y detergentes

*Fuente.* Romero R.J.

### ***Diseño de una PTAR***

Alexandra, (2011) La calidad de una estimación (Diseño) según lo indique el entorno del área receptora es básica ya que el tratamiento agregó sustancias incluyendo canales,

también llamados reactores anaerobios., tienen como causa bajar su carga contaminante de las aguas residuales, no se toma en consideración el elemento atmosférico, esta rebaja puede verse envuelta y no ser poderosa. El agua residual se alimenta al filtro a través de la parte inferior, construida de tal manera que permite que el deslizamiento se asigne con calma durante todo el segmento de salida del filtro. El agua para tratar se rebasa por medio de un cuerpo poroso, poniéndola en contacto con una delgada biopelícula de microorganismos adherida a la superficie, o floculada, en la que se ejecuta la técnica de degradación anaeróbica.

Ayala, (2014) En el estudio de indagación “Plantas de tratamiento de aguas residuales”. Universidad de San Simón. Bolivia, recomienda que el plan de una planta de recuperación sea a través de almacenes primarios independientes cuya razón de ser sea la eliminación de sólidos en suspensión, adquiriendo increíbles consecuencias. Para comunidades de cinco mil habitantes o menos, son apropiados, específicamente en climas cálidos, porque esto permite la digestión de los lodos. A la hora de decidir, hay que tener en cuenta que esta estructura produce malos olores. Para su correcto aprovechamiento es imprescindible que las aguas pasen por técnicas de tratamiento previo de cribado y eliminación de arenas.

**Tabla 5**

*Niveles de tratamiento de aguas residuales*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO
PRELIMINAR	Elimina materiales que causan problemas de operación como trapos, ramas, materiales, plásticos.	Uso de rejas, tamices, desarenador, tanques de homogenización, trampas de grasa, medidor y repartidos de caudal
PRIMARIO	Elimina sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga orgánica.	Sedimentador, unidades con inyección de aire tanque séptico Imhoff y tanques de flotación
SECUNDARIO	Procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%	Lodos activados filtros percoladores humedales lagunas de estabilización. Reactores
TERCIARIO	Remueve sólidos suspendidos a través de microfiltración además en este nivel se remueven.	Microfiltración, la coagulación y precipitación la absorción por carbón activado, cloración, destilación, oxidación química extracción por solvente remoción por espuma nitrificación - de nitrificación

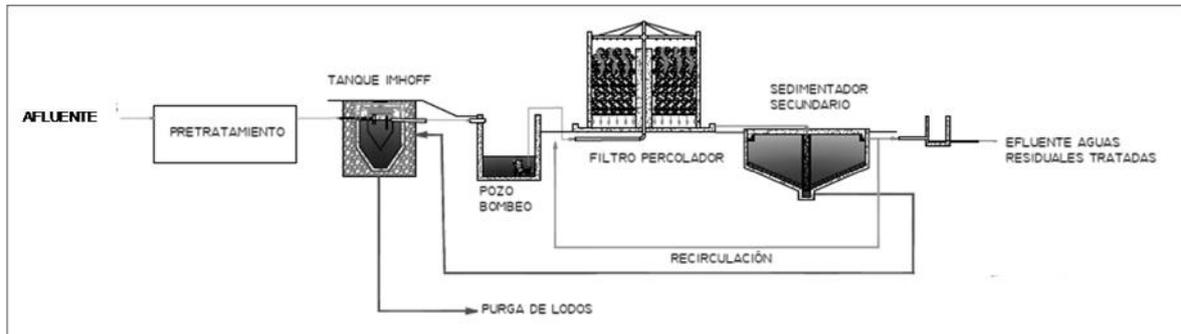
*Fuente.* (RNE-OS.090)

Macloni, (2014) En su trabajo de estudio “Plan de una planta de tratamiento de aguas residuales en la República de Guatemala, para el Distrito de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”, el Colegio Rafael Landívar consideró como una de sus metas la disposición de una planta de tratamiento de aguas residuales con sedimentación y mantenimiento. innovación para derrochar desde este local de la ciudad. El examen terminó según los resultados obtenidos que el sistema del tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales de cosecha propia, a pesar de la sedimentación y el mantenimiento, llega a un 88,62% de competencia en cuanto a la limitación de componentes destructivos para el organismo receptor. . Esta medida de sedimentación y mantenimiento es buena en cuanto al interés

bioquímico del oxígeno. Esta base se suma a la técnica del plan para plantas impulsadas por agua.

## Ilustración 2

### *Proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas*



Fuente. Salas, iagua 2020

**Población y periodo de diseño.** Sencico-RNE-OS.090. (2006), Consiste en el aporte de la persona al sistema proyectado dentro del destino con la cantidad final de personas a las que se puede llegar y que contribuirá al dispositivo de remedio tomando como base la tarifa de auge de la población, en este caso a la localidad de Capazo.

El marco de tiempo del plan son los largos períodos de vida útil y el límite más positivo del dispositivo, es un período de tiempo determinado, relacionado con la población del plan, en este modelo son millas veinte años, durante este tiempo se espera que la operatividad y legitimidad de la innovación utilizada en la remediación de las aguas vertidas, este límite también establece la utilización de estrategias que aseguren los tramos mejor calificados para cada componente de la base de la colección de aguas residuales, una perspectiva fundamental optativa en cuanto a las bases de la presión impulsada diseño, es decir, la vertiente, la naturaleza de las entidades y los fondos de ejecución.

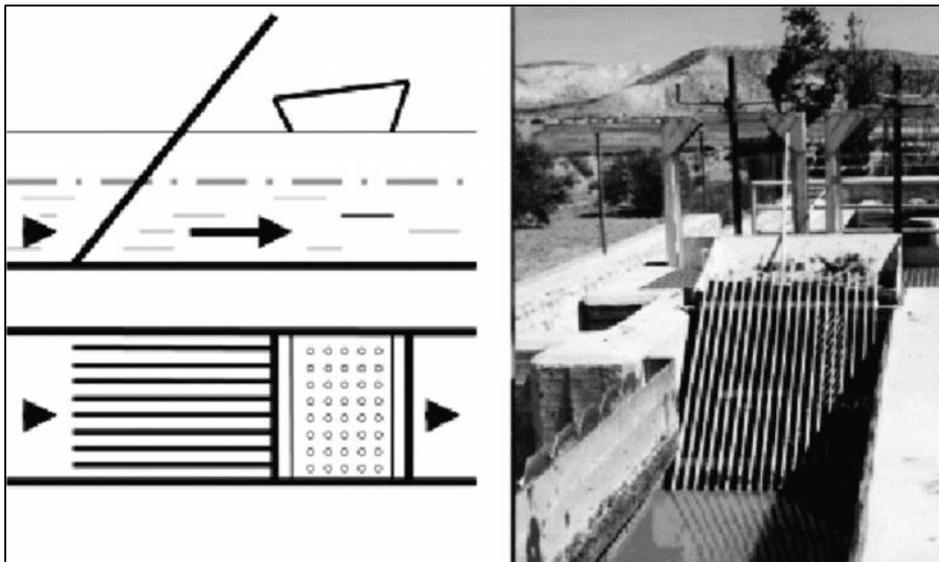
**Tratamiento combinado.** Noyola, Morgan & Guereca, (2013) A raíz de su investigación “Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales”, Implica que el diseño de remedio vegetal de tipo combinado es el único que integra elementos de la naturaleza junto con oxígeno y factores físico-químicos para la remediación de aguas residuales con mal uso de origen metropolitano, este componente maneja dos avances de alto impacto que generalmente requieren la mediación de oxígeno a través del establecimiento de tuberías de ventilación para trabajar con el procesamiento de lodos en un tanque o cámara de mantenimiento. , la opción es el enfoque de cura anaeróbica que no necesita la mediación de oxígeno en el procesamiento de componentes estables durante su sedimentación.

Noyola, Morgan & Guereca, (2013) También confirma que se debe prestar especial atención a la sustancia natural combinada con aceites y grasas en las aguas residuales para elegir un plan que utilice el tiempo corporal artificial o cardiovascular para su tratamiento, sin embargo, esas opciones se descartan durante el examen. valoración de la practicidad monetaria de su ejecución, decantándose por una máquina semipresencial para su tratamiento.

**Pretratamiento.** Macloni, (2014) En su trabajo de evaluación afirma que es fundamental aplicar equipos de limpieza inicial antes de que el agua ingrese al sistema principal de curado, incluyendo rejillas metálicas, tamices graduados, microfiltros que retienen elementos flotantes y materiales no flotantes que incorporan plásticos, rocas, etc., que resultan riesgosos para los procesos de tratamiento opcional y terciario, en esta fase del tratamiento es fundamental procurar el acceso uniforme del flotador aún en su interés más destacado con estructuras de uniformización una forma decente para evitar molestias y el transporte de componentes contenidos en los medicamentos auxiliares y terciarios.

### Ilustración 3

*Esquema de tratamiento preliminar*



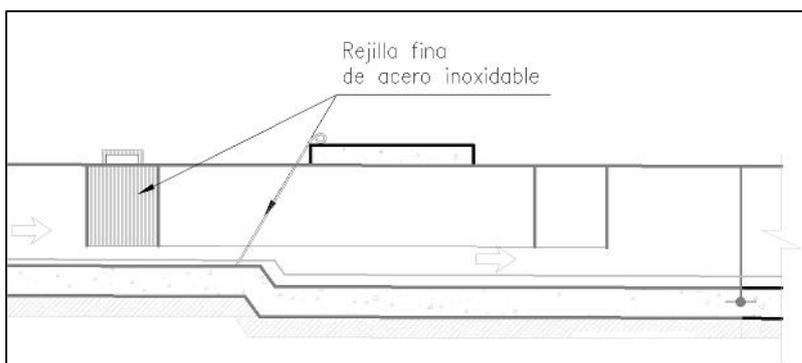
*Fuente.* Pidre, 2007

Metcalf & Eddy, (2014) En su texto “Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización”, Publicado en Nueva York, establece que un método efectivo para garantizar el tratamiento de aguas residuales a niveles sobresalientes no debe contener componentes desconocidos que alteren su flujo o potencialmente su mantenimiento, y que

en este nivel del sistema de alivio no debe permanecer retenido. Componentes que deben tratarse en métodos esenciales, opcionales y terciarios, por lo que es fundamental aplicar marcos mecánicos, de perturbación del aire o una combinación de ambos y de esta manera lograr que los componentes a tratar salten a las estructuras auxiliares de tratamiento secundarios y se contienen en el primario.

#### **Ilustración 4**

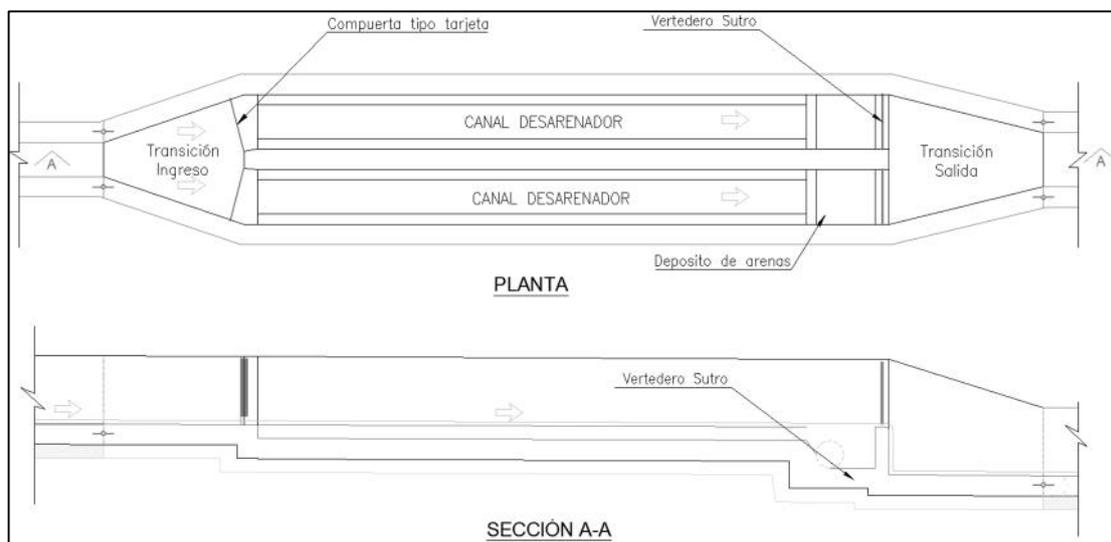
##### *Sección de tratamiento preliminar*



**Desarenador.** Cerezo, (2011) Para cumplir con todos los requisitos para la Certificación de Ciencias en la Escuela Politécnica de Cataluña, apoyo la propuesta: "Planta de tratamiento de aguas residuales", donde su objetivo es: planificar una estación de tratamiento con la utilización de desarenadores de acero, de su evaluación se desprende que es muy fundamental antes de entrar a la cura propiamente dicha, las aguas residuales deben ser reconducidas a través de una construcción, ya sea de hormigón, plástico o premontada que está en la tasa de retención de sólidos pesados que incluyen arena que ingresa a las redes de recolección externamente, ya sea a través de contenedores de inspección, conexiones domésticas o contenedores de registro, debido a que estos pueden querer modificar la técnica normal de curación a través de estrategias de sedimentación y percolación.

### Ilustración 5

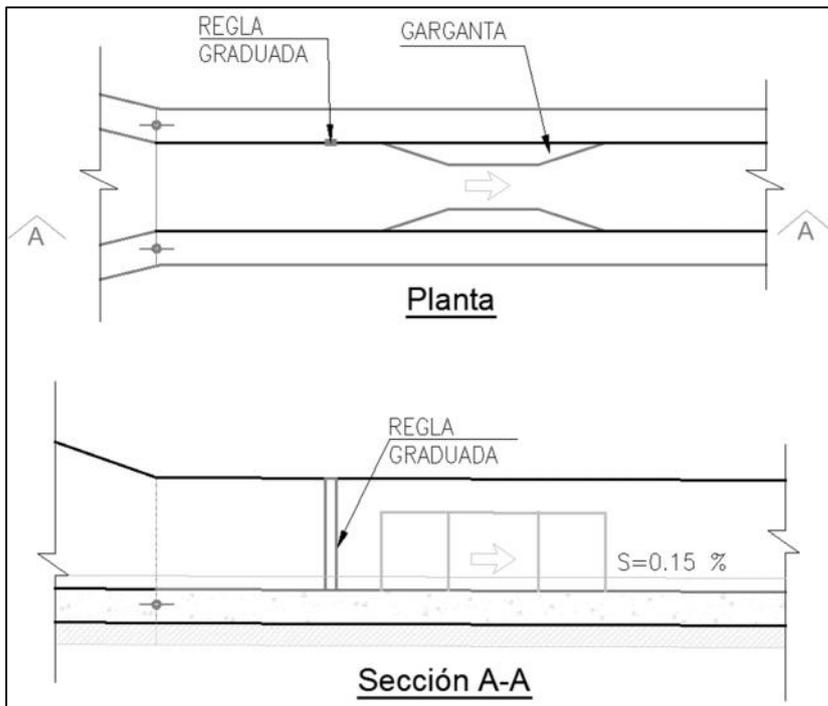
*Esquema de diseño de desarenador*



Para ocuparse del control de la cantidad de agua que se mueve a través del marco, en las partes subyacentes puede haber un medidor Parshall graduado, con el que se registra la cantidad de agua que ingresa a los siguientes medicamentos.

## Ilustración 6

*Esquema de diseño de aforador*



**Tratamiento Primario con Tanque Imhoff.** Para el Fonam, (2010) En el estudio “Oportunidades de Mejoras Ambientales para el Tratamiento de Aguas Residuales en el Perú”, Confirman que la utilización de esta estructura durante el tratamiento esencial de las aguas residuales es mucho más destacable que la utilización de los decantadores principales, ya que estos últimos actúan con mayor éxito como retenedores pero no como separadores de sólidos, certifican que el tanque Imhoff como El cura número uno está en el costo de aislar los componentes de la deriva hasta el 65 por ciento dependiendo de los sólidos y el segundo en el que se debe guardar antes de su sección para el curso de tratamiento auxiliar, que depende mucho de las capas horizontales formadas por el componente superior a través de un nivel de sedimentación, de cremas, moderado imparcial, nivel de progreso y la parte inferior para un grado de procesamiento de lodo.

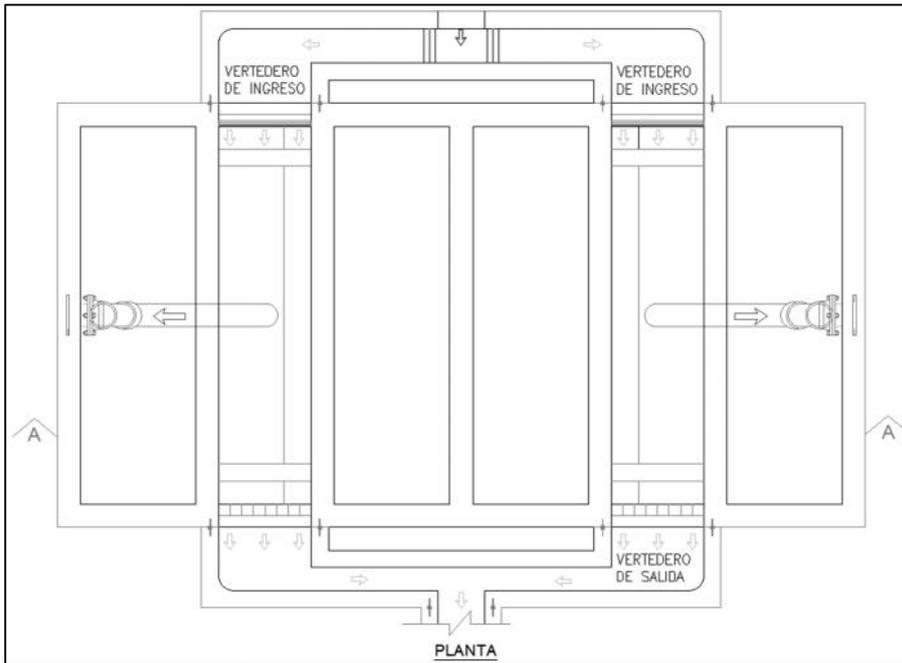
Salas, (2020) En su publicación “Tanque Imhoff: fundamentos y diseño” Expresa que la actividad de esta manera se basa además en la no picazón en alguna fase del acceso al agua, para lo cual es fundamental la utilización de vertederos de información y resultados, en las etapas superiores las aguas residuales se obtienen a través de una crema aislante. y factores de flotabilidad concebibles luego de lo cual pasa por un canal con un soporte interior concéntrico donde se realiza la estructura de sedimentación en un vaso de 23 a 25 metros cúbicos para una temporada de mantenimiento base de 24 horas, a partir de esta etapa y por gravedad, el los sólidos asentados saltan a la etapa justa donde es fundamental la falta de picado que trastorna los sólidos que pasan por el espacio de avance para el procesamiento en la base, el cual tiene una cámara que, de acuerdo con las políticas contemporáneas, tiene particiones con una inclinación de 60 grados más cerca a su medio.

Ayala, (2014) Es un remedio de unidad número uno cuyo fin es la eliminación de sólidos en suspensión, obteniendo resultados exquisitos. Para grupos de cinco mil habitantes

o menos, son apropiados, especialmente en climas cálidos, si se considera que esto ayuda a la digestión de los lodos. A la hora de decidirse, hay que tener en cuenta que esta organizado provoca malos olores. Para su correcto aprovechamiento es muy importante que las aguas sean sometidas a las técnicas de tratamiento previo de cribado y desarenado.

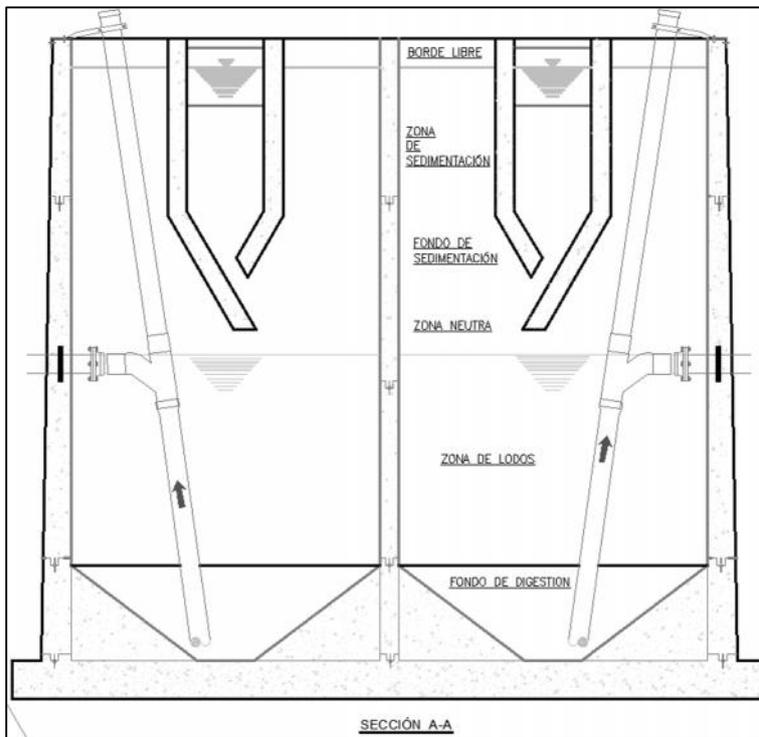
### Ilustración 7

*Vista en planta de tanque Imhoff*



## Ilustración 8

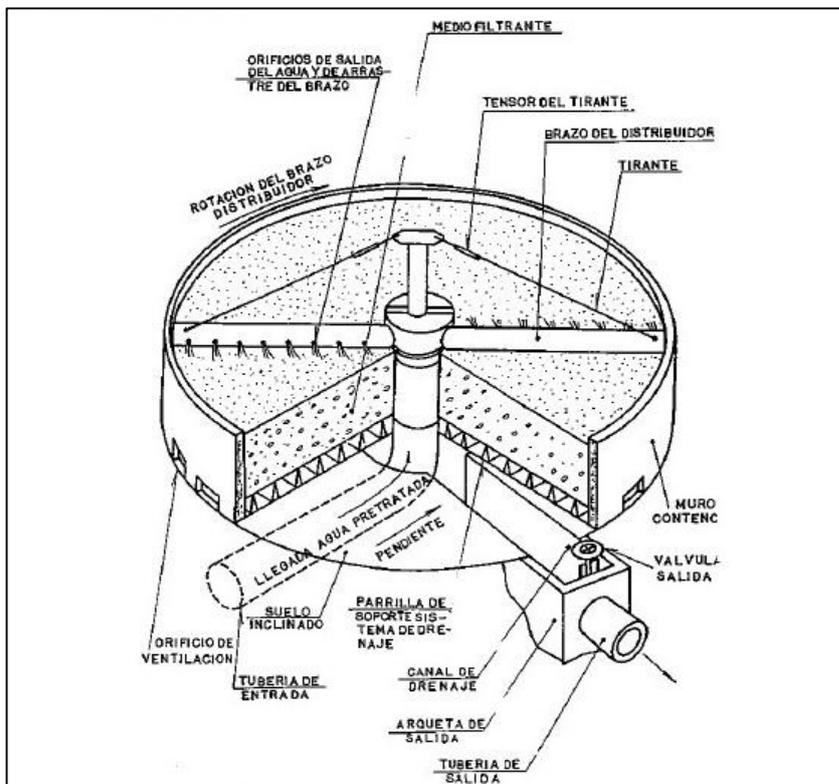
### Sección de un tanque Inhoff



**Tratamiento Secundario con Filtro Percolador.** Para Metcalf & Eddy, (2014). Estudio que titula “Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización”, publicado en Nueva York, es definida como una forma de tratamiento como una máquina de purificación biológica de aguas residuales, en la que la oxidación se produce con la ayuda de la circulación de aire y aguas residuales a través de un medio poroso. La corriente de aire puede ser natural o forzada hacia el contemporáneo o en la dirección del agua. En este dispositivo, la película biológica se compone principalmente de microorganismos autótrofos en el fondo, organismos microscópicos heterótrofos de superficie, crecimientos, crecimiento verde y protozoos; También hay criaturas más desarrolladas junto con crías de insectos, gusanos, caracoles y babosas, la estructura filtro percolador puede reducir la DBO5.

### Ilustración 9

*Componentes del filtro percolador*

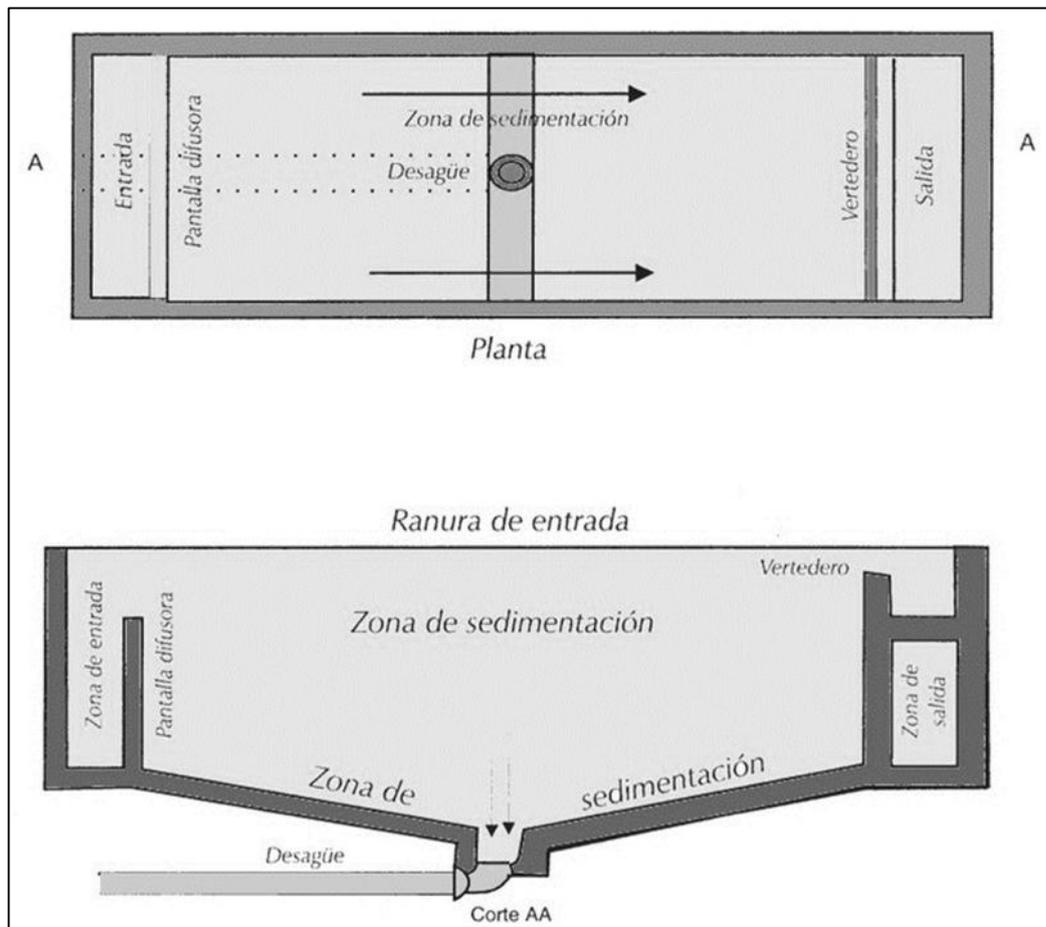


Fuente. Lozano-Rivas 2012

Rolim, (2000), en su texto “Sistemas de lagunas de Estabilización”, distribuido por McGraw-Slope Interamericana en Colombia establece que dentro del tratamiento opcional se deben considerar marcos de caja sustanciales de doble apoyo, que tengan una sección controlada y dejen un aliviadero en la parte superior que no genere picado y asegure un confinamiento para el desprendimiento de la sólidos suspendidos en el agua que se acerca a través de la gravedad y el tiempo a un caso con paredes dispuestas donde se almacenan los sólidos sedimentados para su posterior eliminación.

### Ilustración 10

#### *Partes de un sedimentador*

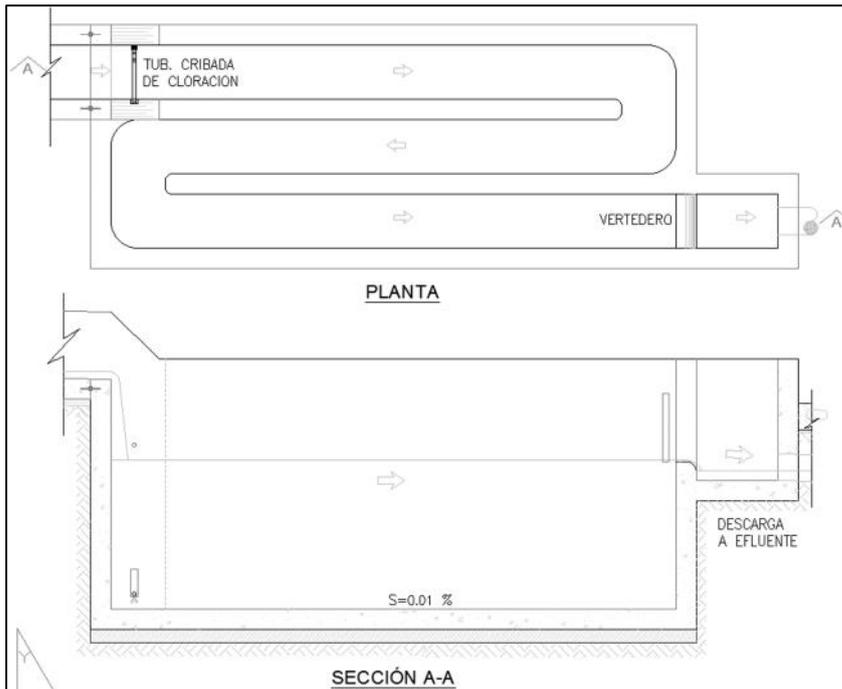


Fuente. Ozoniq Ingeniería

**Tratamiento Terciario.** Rigola, (1999) En su trabajo “Tratamiento de aguas industriales” por Alfaomega en México, Los medicamentos terciarios integran la solución para aguas residuales cuando se prevé una limpieza adicional a la realizada con medicamentos esenciales y facultativos, se utiliza la filtración para descartar los sólidos que han sido acarreados fuera del decantador auxiliar, sin perjuicio de sus aplicaciones en curas extraordinarias. Se puede utilizar arena, roca, antracita, algún otro material razonable o una mezcla de los mismos como medio de canalización. El enjuague de los efluentes de la terapia natural se realiza en su mayor parte como capas gemelas o medias de granulometría en expansión, tamizando seriamente sobre la base de que el lodo arrastrado puede impedir fácilmente que el canal de arena fina se astille en la superficie, los canales de arena son más grandes cuando fundamental, elimina flóculos enmarcados artificialmente y, a pesar de que su ciclo es más limitado, muy bien se puede limpiar con bastante menos agua. Lo podemos encontrar en la figura adjunta.

### **Ilustración 11**

*Tratamiento terciario con Cámara de cloración*



### Capitulo III. Metodología

#### Metodología y Procedimientos

El marco metodológico tiene una característica de suma importancia dentro de la investigación, ya que corresponde al conjunto de procedimientos lógicos, estrategias operativas y contenidos dentro de las etapas en algún momento de la investigación, se pone de manifiesto el desarrollo y las estrategias aplicadas, con el motivo de llevarlas a un análisis y evaluación de los supuestos del estudio, mediante la reconstrucción de los hechos y datos a partir de los antecedentes y el marco teórico operativo.

#### *Metodología de investigación*

Deductivo. “El método es la vía o camino que se utiliza para llegar a un fin o para lograr un objetivo”. Según la bibliografía en este campo de estudios se considera el modo o manera general utilizada para tratar un problema, y aunque es reiterado, el curso esencial utilizado en un estudio científico para lograr información objetiva y fehaciente es el método científico, para este autor la metodología deductiva constituye el conjunto de movimientos,

estrategias y enfoques utilizados para planificar y ocuparse de los problemas de exploración con la ayuda de probar o verificar las especulaciones. Dentro de la clase de la técnica científica, esta investigación se basó en la aplicación del método deductivo (Arias, 2012).

La metodología deductiva se basa en la utilidad de conjunto de reglas y ciclos, con cuya ayuda es factible extraer fines de presunciones llamadas premisas, en el caso de que de una especulación se siga un resultado y se dé esa teoría, el resultado resulta esencialmente. El tipo favorito de la técnica perspicaz es la metodología aforística. (Tamayo & Tamayo, 2008).

El método de estudios científicos es el procedimiento con el que se acompaña para responder a las preguntas de estudios que se suscitan sobre los numerosos fenómenos que se presentan en la naturaleza y sobre las cuestiones que inciden en la sociedad, también establece que para los estudios se trabaja en el entorno de la ingeniería. (Borja, 2012)

### ***Tipo de investigación***

Aplicada. Las investigaciones orientadas al ámbito de la ingeniería son de tipo aplicada puesto que verifica conceptos en pro de solucionar problemas, también asevera que las investigaciones de tipo aplicada tienen las siguientes características. (Borja, 2012).

- Busca reconocer, actuar, construir y ajustar una realidad difícil.
- Está más interesado en la aplicación instantánea de un problema en lugar del desarrollo de una información de valor familiar o universal.
- Las iniciativas de ingeniería civil se sitúan dentro de este tipo de clase, siempre que solucionen algunos problemas.

También establece que para elegir una forma de investigación es muy importante comprender sus características y reconocer cuál es la calidad adecuada a los estudios a

realizar. A pesar de que no existe acuerdo entre los únicos autores en la clasificación de los tipos de investigación, (Borja, 2012).

Por las características de esta investigación le corresponde el **tipo aplicada**. Por el contexto en el que se realiza, y por la falta de estudios que verifiquen las teorías sobre las diferentes tecnologías de tratamiento en climas agresivos corresponde este tipo de investigación ya que se verificara los conceptos de tratamiento combinado para el agua residual del área de estudio y contribuir a la mitigación de contaminación ambiental actual.

### ***Nivel de Investigación***

Nivel de Investigación correlacional. Los niveles de investigación se dividen en cuatro en el que precisan que el nivel de investigación correlacional comprende la cuantificación de relaciones entre conceptos o variables su importancia y el objetivo más importante de este estudio es darse cuenta de cómo puede actuar un pensamiento o una variable averiguando la forma de comportarse de varios factores relacionados. Su técnica intenta esperar el valor aproximado que una variable podría tener en un grupo de personas, basado totalmente en el valor obtenido dentro de la variable o variables relacionadas. (Hernández, Fernández, & Batista, 2014).

Su motivación es decidir el nivel de relación o filiación (no causal) vigente entre al menos dos factores. En estos exámenes, los factores primero se estiman y luego, a través de evaluaciones de especulación correlacional y el uso de procedimientos estadísticos, se espera la correlación. Aunque los estudios correlacionales ya no establecen relaciones causales a la vez, podrían proporcionar pistas sobre las causas viables de un fenómeno. (Arias, 2012).

Nivel de investigación correlacional, ya que en este estudio se abordarán conceptos de sistemas de tratamiento de aguas residuales y se relacionarán con variables como la cantidad y la calidad a través de resultados de laboratorio.

### *Diseño de investigación*

El estudio que asume el estudio es el No experimental. El diseño en la investigación por temas es aquel que incluye la recopilación de toda la información a la vez de los sujetos investigados, o del hecho en que surgen los eventos, que se convierten en los datos primarios. En el diseño no experimental, el investigador recoge la información sin manipular ni manipular ninguna variable, es decir, el investigador obtiene los datos, pero ahora no modifica las situaciones imperantes. (Arias, 2012)

El diseño o alcance del estudio es la consideración del tipo de investigación y los consecuentes diseños de investigación no por su importancia más bien que ambos son relevantes y necesarios ya que tienen un valor propio, y tomando en cuenta que esta investigación se caracteriza porque el investigador no controla las variables, es decir que los datos recolectados en campo como en laboratorio serán considerados sin ser alterados. (Hernández, Fernández, & Batista, 2014).

La investigación corresponde a un diseño de investigación **no Experimental**, dado que recoge la información tal y como es encontrada, sin ningún tipo de alteración a las variables, también, es transversal ya que en este diseño de investigación se recolecta datos de un solo momento y en un tiempo determinado, debido a que se ha buscado caracterizar a la calidad y cantidad de las aguas residuales para el diseño hidráulico de la planta.

### ***Población y muestra***

**Población.** La población universo del presente trabajo de investigación esta constituida por todas las estructuras que componen la planta de saneamiento de aguas residuales de las región bioclimatica nevada de la region Puno.

**Muestra.** Se define que “muestra censal es aquella porción que representa toda la población”. (López, 2017).

La muestra es una parte de nuestra población que es elegida a través de un proceso de discriminacion, la cual debe ser de manera legitima y objetiva. En tal snetido la muestra de estudio será de tipo censal al no podemos estudiar a medias la PTAR, se investiga toda la planta de saneamiento de aguas residuales de la zona bioclimatica nevada de la región de Capazo Puno.

**Criterio de inclusion y exclusion.** Para esta investigación se hace uso el muestreo no probabilístico por cuotas. Es decir, teniendo muy claro las difefentes características y tamaño de la población.

En este caso particular, hay referencias sobre el tamaño de la población y sus características, a fin de que se puedan establecer cuotas para la unidad de análisis, consistentes con nuestras variables operacionalizadas, de tal forma que constituyan la composición real de la población. (Fernández & Rey, 2007).

Si bien existen plantas de saneamientos de aguas residuales funcionales en la región sierra y algunas cercanas al area de estudio, estas fueron discriminadas y excluidas como muestra para el trabajo de investigacion que no se encuentran en la zona bioclimatica nevada, puesto que uno de los objetivos es el planteamiento de un diseño hidraulico de planta de tratamietno funcional para una zona de clima agrecivo como es el caso de la localidad de

Capazo, es por ello que se excluyeron y solo se incluyo como muestra la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Capazo.

### *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

**Delimitación del Área de Estudio.** Se inicio con el territorio del área específica de estudio; la delimitación se realizó englobando las viviendas del área urbana sobre las calles y avenidas que cuentan con redes de alcantarillado, continuas unas con otras y que son habitadas de la localidad de Capazo Puno, se asumió que el agua tratada por el sistema de tratamiento actual es aportada solo por las viviendas que cuentan con sistema alcantarillado las cuales se encuentran en el área urbana de la localidad, no se consideró las viviendas que no cuentan con agua potable ni desagüe puesto que el aporte de estas al sistema es nulo.

### **Ilustración 12**

*Estado situacional actual del sistema de tratamiento actual, se encuentra colmatado y no se está produciendo el tratamiento*



**Trabajo de Campo.** Se realizó el levantamiento topográfico desde el buzón inicial de la red emisor y el área disponible con la que cuenta el sistema actual de tratamiento para caracterizar la superficie y la pendiente con la que el agua es conducida por las tuberías, también se utilizó una libreta de campo para el registro de elementos visibles más importantes que conlleven a una buena discriminación de los datos, luego de éste se procedió con la descarga de las nubes de puntos para su procesamiento con el uso de software de informático, hoja de cálculo, luego de este proceso se logró conocer de manera certera el área disponible y la pendiente, lo que ayudo a elegir un diseño de planta de tratamiento combinado que funcione por gravedad es decir sin el uso de sistemas de impulsión evitando el uso de energía o fluido eléctrico ni combustibles lo que disminuirá los costos de operación y mantenimiento.

### **Ilustración 13**

*Levantamiento topográfico del área de estudio, la superficie es regular en la parte alta e irregular accidentada en la parte baja.*



**Muestreo de Agua Para su Evaluación en Laboratorio.** Ya que uno de los objetivos del presente estudio de investigación es la evaluación de la calidad del agua residual que en la actualidad se viene tratando por el sistema actual se procedió con el muestro en el punto de monitoreo de agua el cual está ubicado en la caja de salida de agua de la última laguna de oxidación denominado “PTAR1”, precisar que el muestreo se hizo en el mes de abril en un día de feria pues en este la carga hidráulica fue elevada y el muestreo se realizó de acuerdo con los protocolos de muestreo estipulados por el laboratorio.

#### **Ilustración 14**

*Protocolo de muestreo del agua residual para el traslado y control de calidad en laboratorio.*



**Proceso de Caracterización del Agua Residual en Laboratorio.** Luego de concluido el proceso de muestreo y envío de muestras a laboratorio de donde mediante procesos físicos, químicos y biológicos se logró determinar que los valores de Aceite y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos, pH y coliformes fecales en la estación de monitoreo PTAR1 se encuentra por ENCIMA del límite máximo permisible estipulado en el D.S. N° 003-2010-MINAM, además que los valores o estimaciones de aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, el pH, Demanda Química de Oxígeno, Escherichia coli en la estación de monitoreo PTAR1 SUPERA los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3 indicados en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Datos que sirvieron para la discriminación y elección de una metodología y tecnología idónea acorde con la realidad poblacional, topográfica y climática de la zona nevada del distrito de Capazo, Puno.

**Aforo.** Para establecer los caudales (Conjunto de agua residual) de entrada al sistema de tratamiento y para medir el aforo se utilizó el método volumétrico, este proceso consistió en el llenado de un depósito graduado de 20 litros en función del tiempo de llenado, para garantizar un dato lo más sincero posible se realizaron un total de 10 aforos los cuales se promediaron para obtener un resultado certero y tener un resultado acertado.

### **Ilustración 15**

*Proceso de aforo del agua residual que ingresa al sistema de tratamiento actual.*



**Procedimiento de Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Residual.** El diseño hidráulico de la infraestructura de tratamiento de agua residual se realizó bajo los lineamientos del R.N.E. con el siguiente detalle:

**Datos de Diseño.** Incluye el conjunto de estadísticas que condicionan el diseño, como el dimensionamiento de las estructuras de tratamiento. Estos hechos y datos consisten en: la población de diseño, el caudal de descarga, las densidades y los aportes per cápita de las aguas residuales domiciliarias, adicionalmente se incluyen las particularidades de las aguas residuales para las cuales se realizó el diseño.

**Criterios de Diseño de Plantas de Tratamiento.** Las normas y los lineamientos de diseño establecen las recomendaciones referenciales para el desarrollo técnico del diseño de los dispositivos de alcantarillado de las redes de colector principales y primario, emisor general y cada aspecto del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Según RNE OS. 090, indica que con la información y los datos recabada se podrían determinar las bases de diseño de la PTAR. Para las funciones de este diseño, se tomó en consideración una duración de diseño de veinte años, además, los registros base de diseño ayudaron a determinar las condiciones actuales, futuras e intermedias en sintonía con los parámetros.

Población de diseño total que contribuye al sistema.

Caudales medios, mínimos y máximos diarios en su afán de deslizarse por las redes de alcantarillado.

Caudales máximo y mínimo horarios.

Caudal de aporte externo por infiltración.

Aporte per cápita de aguas desechadas de origen doméstico.

Aporte de la DBO, nitrógeno y sólidos en suspensión.

Las particularidades físicas y químicas del agua desechada.

Concentraciones de: la DBO, la DQO, los SST y coliformes en el agua desechada.

Para efectos del cálculo de la carga hidráulica de diseño

Considera la Población proyectada o futura, el cual se determina considerando la cantidad de población actual y el período favorecido del plan de veinte años según los datos medibles del INEI.

La cantidad de agua provista fluctúa según el aprovechamiento de la región ciudad, que como lo indica la Meta Eclesiástica 173-2016-Alojamiento, suministro de agua por habitante cada día: dentro de la costanera es de noventa litros por cada habitante cada día, para la sierra es de ochenta litros para cada ocupante cada día y para la zona silvestre es de 100 litros para cada ocupante cada día. región metropolitana de la localidad de Capazo. El área de la revisión está montada en la zona geológica de la sierra, por lo que el enriquecimiento esperado es de ochenta litros/ocupante/día.

Recupera el coeficiente. Según la RNE, se dispone el 80% del total del agua aportada, aceptándose por el momento su mayor consumo horario.

Organizaciones de alcantarillado (recolectores esenciales y productores en general); Se instalan en la vía pública, generalmente a lo largo de los tomahawks de los jirones y también en las calles para trabajar con la salida de agua con sustancia constante hacia todos los lados dependiendo del ancho de la calle, y prevenir su acceso a las calles. redes

El productor total es el que capta toda la medida de agua sobrante proveniente de los colectores fundamentales y la conduce hacia el P-T-A-R, con una inclinación base de  $S=2.0\%$  con una fuerza de apoyo que garantiza la disposición de los sólidos en suspensión y sedimentación, más cerca del tipo de tratamiento esencial, el ancho aparente de esta red de productores es de 250mm.

La actividad Hidráulica de recolectores fundamentales y productores en general se somete a la ecuación de Monitoreo, que básicamente alude a corrientes no consistentes y además factoriales que pueden ser conducidas sin presión y con cilindros no llenos, es decir, abiertos.

## Capítulo IV. Resultados y Discusión

### Presentación de Resultados

#### *Calidad Del Agua Residual*

Se realizó la comparación de los valores resultantes de la evaluación en la estación PTAR1 con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales.

**Tabla 6**

*Comparación de valores encontrados en el punto de muestreo PTAR1 con los límites máximos permisibles establecidos en la D.S. N° 003-2010-MINAM.*

Tipo de Muestra			D.S. N° 003-2010-MINAM	Agua Residual Domestica	Verificación
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LMP para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos	Valores resultantes (PTAR1)	
Aceites y Grasas	12261	mg/L	20	<b>46,2</b>	<b>Supera</b>
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	10,000	<b>110,000</b>	<b>Supera</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	mg/L	100	<b>220</b>	<b>Supera</b>
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O2/L	200	<b>&lt;196</b>	Cumple
pH *		Unidad de pH	6,5-8,5	<b>4.2</b>	<b>No Cumple</b>
Sólidos Totales Suspendidos	1843	mg/L	150	<b>320</b>	<b>Supera</b>
T *		°C	<35	<b>5</b>	Cumple
Fósforo Total	8807	mg P/L	---	<b>2,270</b>	---
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	---	<b>8,91</b>	---
Nitratos, (como N)	16189	mg/L	---	<b>&lt; 5,03</b>	---
Nitritos, NO2-	16189	mg/L	---	<b>&lt; 5,03</b>	---
Escherichia coli	8830	NMP/100mL	---	<b>110000</b>	<b>Supera</b>

Fuente. *Estudio de calidad de agua residual.*

También se realizó la comparación de los resultados de la evaluación de calidad en la estación PTAR1 con el D.S. N° 004-2017-MINAM, estándares de calidad Ambiental (ECA) para Agua que establece Disposiciones Complementarias, Anexo I-Categoría 3 Riego de Vegetales y Bebida de Animales.

**Tabla 7**

*Comparación de valores encontrados en el punto de muestreo PTARI con los estándares de calidad ambiental establecidos en la D.S. N° 004-2017-MINAM.*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2:	Resultados (PTARI)	Verificación
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales	Agua residual domestica	
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	mg/L	<b>5</b>		10	<b>46.2</b>	<b>Supera</b>
Bicarbonatos	mg/L	518		**	---	---
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1	---	---
Cloruros	mg/L	500		**	---	---
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)	---	---
Conductividad	(µS/cm)	2,500		5,000	---	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	<b>220</b>	<b>Supera</b>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	<b>40</b>		<b>40</b>	<b>&lt;196</b>	<b>Supera</b>
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0,5	---	---
Fenoles	mg/L	0.002		0.01	---	---
Fluoruros	mg/L	1		**	---	---
Nitratos (NO3--N) + Nitritos (NO2- -N)	mg/L	100		100	<b>&lt; 5.03</b>	Cumple
Nitritos (NO2- -N)	mg/L	10		10	<b>&lt; 5.03</b>	Cumple
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4		5	---	---
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5 – 8.4	<b>4.2</b>	<b>No Cumple</b>
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000	---	---
Temperatura	°C	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>5</b>	Cumple
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	1,000	2,000	---	---	---
	ml					
Escherichia coli	NMP/100	<b>1,000</b>	**	**	<b>110,000</b>	<b>Supera</b>
	ml					
Huevos de Helminos	Huevo/L	1	1	**	---	---

*Fuente.* Estudio de calidad de agua residual.

### *Cantidad de Agua Residual Actual*

**Tabla 8**

*Cantidad de agua residual que ingresa al sistema.*

<b>AFORO VOLUMÉTRICO EN ULTIMO BUZON</b>			
NUMERO DE PRUEBAS	BUZON FINAL		
	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (segundos)	
1	20.00	10.87	
2	20.00	10.85	
3	20.00	10.90	
4	20.00	10.95	
5	20.00	10.92	
6	20.00	10.99	
7	20.00	10.88	
	Sumatoria	76.36	
	20.00	10.91	
		1.83	
	<b>(Q)=</b>	<b>1.83</b>	<b>l/s</b>

*Fuente.* Elaboracion propia.

Del proceso de aforo para obtener la cantidad de agua residual que en la actualidad ingresa al sistema se tiene un  $Q=1.83$  L/seg. Esta cantidad será referencial al momento de calcular el caudal de diseño cuyo valor es utilizado en el diseño de las estructuras de tratamiento, los caudales de diseño son calculados con la proyección de habitantes a 20 años, estos son:

Caudal promedio	2.46 Lit./Seg.
Caudal máximo diario	3.17 Lit./Seg.
Caudal máximo horario	5.10 Lit./Seg.
Caudal mínimo	1.28 Lit./Seg.

## *Diseño de Planta de Tratamiento*

### **Población y caudal de diseño.**

### **Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional.**

Se partió de los datos proporcionados por el INEI, para cotejarlos con los datos poblacionales obtenidos in-situ.

**Tabla 9**

*Población de la zona nevada del distrito de Capazo 1993 - 2007*

1.1 PERÚ: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO, 1993 Y 2007						
Ubigeo	Departamento/ Provincia/ Distrito	Población		Incremento intercensal		Tasa de crecimiento promedio anual (%)
		1993	2007	Abs.	(%)	
210502	Capazo	1,313	1,830	517	39.4	2.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú - Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.

**Tabla 10**

*Población de la zona nevada del distrito de Capazo 2017*

POBLACION CENSADA DISTRITO DE CAPAZO-PUNO, 2017									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m.s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
210502	DISTRITO CAPAZO			1 130	575	555	890	880	10

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

**Tabla 11**

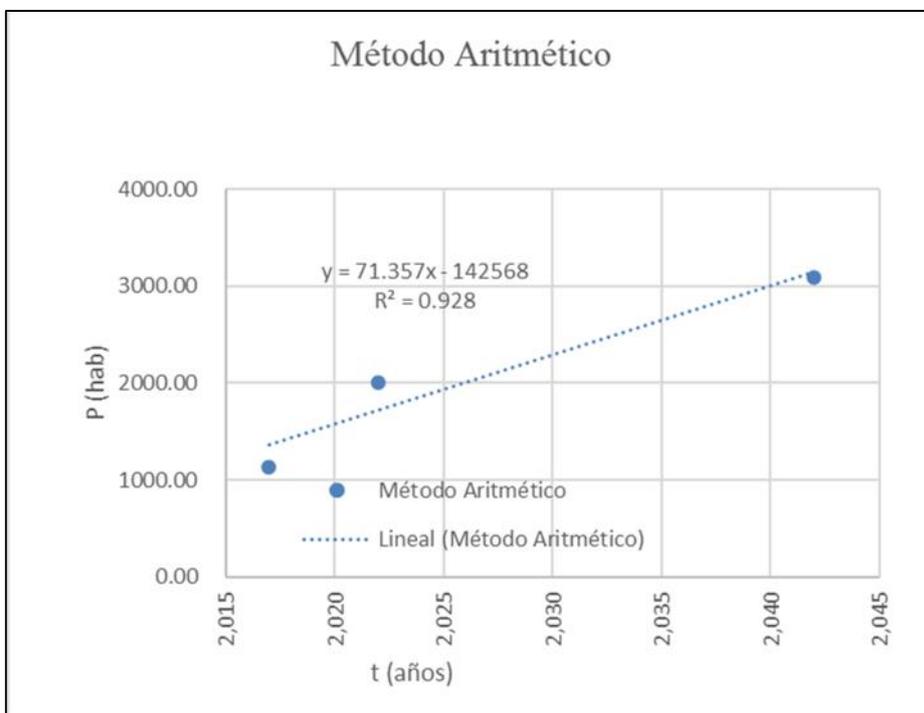
*Cálculo de la tasa de crecimiento por el método aritmético*

Año CONTEO	Población (Pa)	t	$\Delta P = P_f - P_a$	$P_a \cdot t$	$r = \Delta P / (P_a \cdot t)$	$r \cdot t$
1993	1,313					
2007	1,830	14	517	18382	0.0281	0.39
2017	1,130	10	-700	18300	-0.0383	-0.38
2022	2,003	5	873	5650.0	0.1545	0.773
$\Sigma$	6,276.00	29				0.7838

r =	2.703 %
ti =	2022 inicial
n =	20 años
tf =	2042 proyectado
Pf =	3086 hab.

**Ilustración 16**

*Representación del crecimiento poblacional*



**Tabla 12**

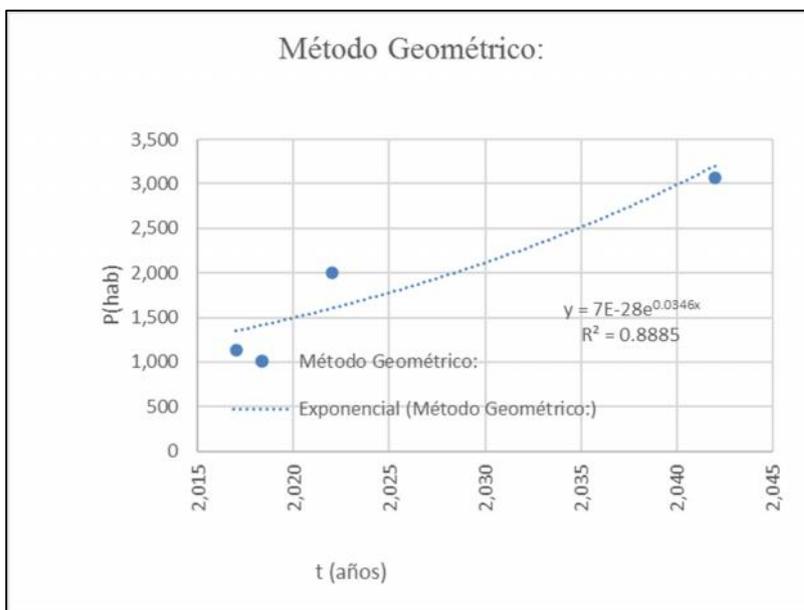
*Cálculo de la tasa de crecimiento por el método geométrico*

Año CONTEO	Población (Pa)	$P_{i+1} / P_i$	$t = (t_{i+1} - t_i)$	$r = (P_{i+1} / P_i)^{(1/t)} - 1$	$r * t$
1993	1313				
2007	1830	1.394	14	1830	0.0077
2017	1130	0.617	10	1130	0.0088
2022	2003	1.773	5	0.1213	0.6065
<b>Σ</b>	6,276.00		29		0.6230

r =	2.148 %
ti =	2022 inicial
n =	20 años
tf =	2042 proyectado
Pf =	3064 hab.

**Ilustración 17**

*Representación del crecimiento poblacional*



De los cálculos realizados se tiene que el siguiente resultado:

TASA DE CRECIMIENTO:

$r_{prom final} =$	2.703 %
--------------------	---------

## Cálculo de caudales de diseño

**Tabla 13**

*Cálculo de los caudales de diseño para le dimensionamiento de las estructuras de tratamiento*

Proc.	Datos	Und	Cálculos	Descripción	Und	
1	Población actual $P_a = 2003$	hab	$P_f = 3086$ calculado	Población futura	hab	
2	Tasa de crecimiento $r = 2.703$	%				$P_f = 3086$ asumido
3	Periodo de diseño $t = 20$	años				
4	Dotación $d = 80$	L/hab.d	$Q_d = 2.857$	Caudal de dotación	L/s	
5	factor de escurrimiento $c = 0.8$		$Q_p = 2.286$	Caudal residual	L/s	
6	Factor maximo diario $K_1 = 1.30$		$Q_{md} = 2.972$	Caudal máximo diario	L/s	
7	Factor maximo horario $K_2 = 2.00$		$Q_{máx h} = 4.572$	Caudal máximo horario	L/s	
8	Factor mínimo horario $K_3 = 0.50$		$Q_{mín h} = 1.143$	Caudal mínimo horario	L/s	
9	Tasa de infiltración $T_i = 0.05$	L/s.Km	$Q_i = 0.098$	Caudal medio de infiltración	L/s	
10	Longitud de alcantarillado $L = 1.95$	Km				
11	Precipitacion máx en 24 h $P_p = 3.75$	mm	$M_{pp} = 0.007$	Módulo de precipitación pluvial	L/s.buz	
12	Ancho promedio de calles $A_c = 5.0$	m				
13	Distancia entre buzones $dbz = 30.7$	m				
14	Zonas sin evacuación de pp $e_{pp} = 100.0$	%	$Q_{pp} = 0.273$	Caudal de precipitación pluvial	L/s	
15	Número de buzones $\#Buzones = 41$	und				
16	Dotación industrial promedio $d_i = 80.00$	L/fue.d	$Q_{ind} = 0.000$	Caudal industrial	L/s	
17	Fuentes de uso $f = 0$	fuentes				
18			$Q_{prom} = 2.46$	Caudal promedio	L/s	
19			$Q_{maxd} = 3.17$	Caudal máximo diario	L/s	
20			$Q_{máxh} = 5.10$	Caudal máximo horario	L/s	
21			$Q_{mính} = 1.28$	Caudal mínimo horario	L/s	

Fuente. Elaboracion propia.

## Diseño de pretratamiento con cámara de rejas y desarenador

### Canal de ingreso con cámara de rejas

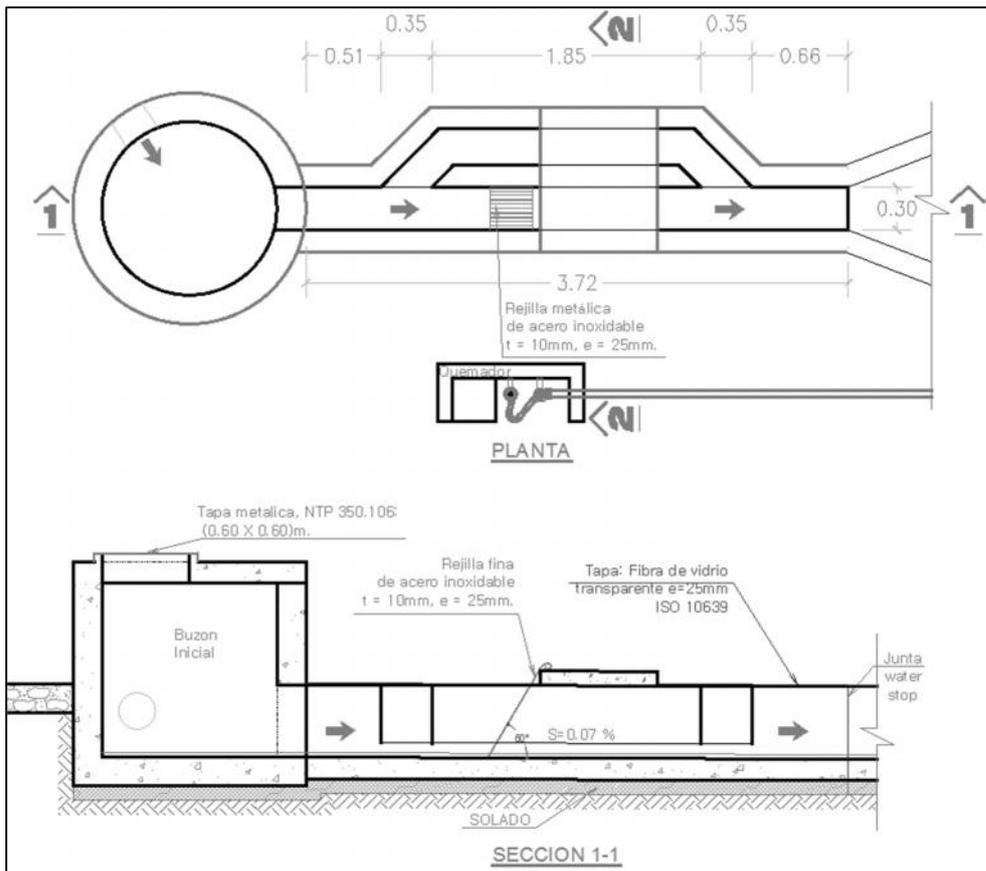
**Tabla 14**

*Cálculo dimensiones del canal, ingreso y salida del canal by-pass y espaciamiento de rejilla*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Caudal máximo horario $Q_{máxh} = 5.101$	L/s	$Ah = 0.010 \quad m^2$	Seccion hidraulica del canal aguas arriba	m <sup>2</sup>
2	Base de canal de rejas $b = 0.3$	m	$y = 0.031 \quad m$	Tirante aguas arriba de las rejas para $Q_{mh}$	m
3	Diámetro de tubo de entrada $D_i = 0.24$	m	$S = 0.0082 \quad m/m$ $S = 0.08 \quad \%$	Pendiente del canal	m/m %
4	Espaciamiento entre barras $a = 25.0$	mm	$E = 0.714$		
5	Espesor de la barra de acero $t = 10$	mm	$V_{máx} = 0.536 \quad m/s$	Velocidad en el canal para $Q_{máxh}$	m/s
6	Coef. de forma de barra $C_f = 2.42$		$K = 0.618$	K de Krishmes	
7	Angulo de inclinación barras $\emptyset = 60$	°	$h_v = 0.0219 \quad m$	Altura de rejilla sumergida	m
8	Velocidad en barras limpias $V_{rl} = 0.75$	m/s	$A_{zr} = 0.0068 \quad m^2$	Área útil de la zona de rejas	m <sup>2</sup>
11	Caudal promedio $Q_p = 2.463$	L/s	$h_r = 0.027 \quad m$	Pérdida de carga en rejas limpias	m
12	Caudal mínimo horario $Q_{mính} = 1.280$	L/s	$V_{bl} = 1.500 \quad m/s$	Velocidad en barras obstruida para $Q_{máxh}$	m/s
13	n de Manning $n = 0.015$		$y_{mín} = 0.0190 \quad m$	Tirante de agua en barras limpias para $Q_p$	m
14	Área hidráulica promedio		$A = 0.00569 \quad m^2$	Área hidráulica promedio	m <sup>2</sup>
15	Velocidad en el canal para $Q_p$		$V_p = 0.433 \quad m/s$	Velocidad en el canal para $Q_p$	m/s
16	Tirante mínimo		$y_{mín} = 0.0126 \quad m$	Tirante mínimo	m
17	Área hidráulica mínima		$A = 0.00379 \quad m^2$	Área hidráulica mínima	m <sup>2</sup>
18	Velocidad en el canal para $Q_{mính}$		$V_{mín} = 0.33813 \quad m/s$	Velocidad en el canal para $Q_{mính}$	m/s
19	Pérdida de carga en rejas limpias		$h_f = 0.016 \quad m$	Pérdida de carga en rejas limpias	m
20	$V' = 2 V_{rl}$		$h_{fo} = 0.114 \quad m$	Pérdida de carga en rejas obstruidas al 50%	m
21	Pérdida de carga total		$h_t = 0.145 \quad m$	Pérdida de carga total	m
22	Altura del canal de entrada		$h = 0.50 \quad m$	Altura del canal de entrada	m
23	Altura del canal de salida		$h = 0.60 \quad m$	Altura del canal de salida	m

## Ilustración 18

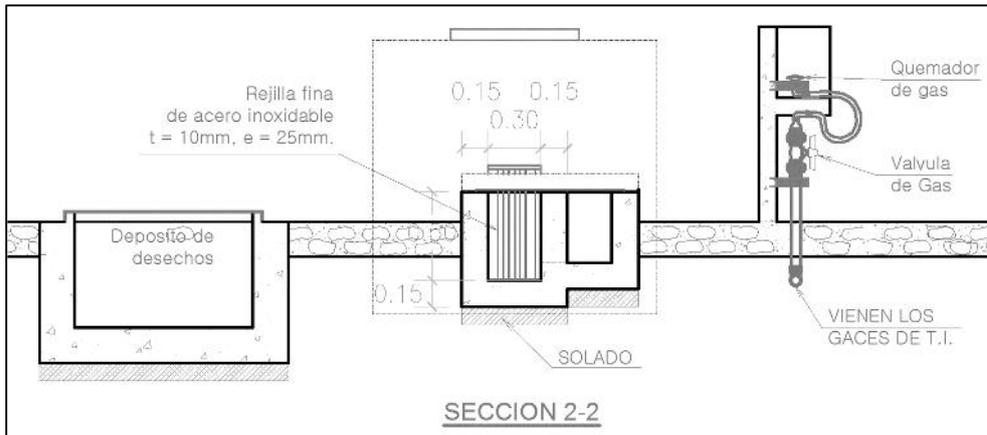
### Diseño en planta y sección del canal de rejas



Fuente. Elaboración propia

## Ilustración 19

### Diseño de sección del canal de rejas



Fuente. Elaboración propia.

## Desarenador

**Tabla 15**

*Cálculo de dimensiones de la cámara desarenador*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Caudal máximo horario $Q_{máxh} = 18.36$	m <sup>3</sup> /h	$A_s = 0.408 \quad m^2$	Velocidad de sedimentación	m <sup>2</sup>
2	Tasa de aplicación $T_a = 45.00$				
3	$N = 1$		<i>Unidades funcionando durante el mantenimiento</i>		
4	<b>Base del desarenador</b> $B = 0.50$	m	$y' = 0.032$ Calculado $y = 0.140$ Asumido	Tirante de agua en el desarenador	m
5	<b>Base menor del sedimentador</b> $b = 0.30$	m	$A' = 0.07 \quad m^2$	Sección transversal corregido	m <sup>2</sup>
6	Durante el mantenimiento de un desarenador		$V_h = 0.32 \quad m/s$	Velocidad horizontal	m/s
7	<b>Longitud del desarenador</b>		$L_d = 3.50$ calculado $L_d = 3.50$ Asumido	<b>Longitud del desarenador</b>	m
8	Long. adicional equivalente $L_{ae} = 25.0$	%	$L_{ae} = 0.875 \quad m$	Longitud adicional a c/lado del desarenador	m
9	Longitud total del desarenador		$L_t = 5.25 \quad m$	Longitud total del desarenador	m
10	Coef. retención de arena $C_r = 0.015$	L/m <sup>3</sup>	$V_r = 0.01 \quad m^3/d$	Volumen de arena acumulada diaria	m <sup>3</sup> /d
11	Frecuencia de limpieza $F_l = 20$	d	$h_o = 0.09 \quad m$	Profundidad de acumulación de arena	m
12	Borde libre $B_l = 0.37$	m	$h = 0.60 \quad m$	Altura del desarenador	m

*Fuente.* Elaboración propia.

**Tabla 16**

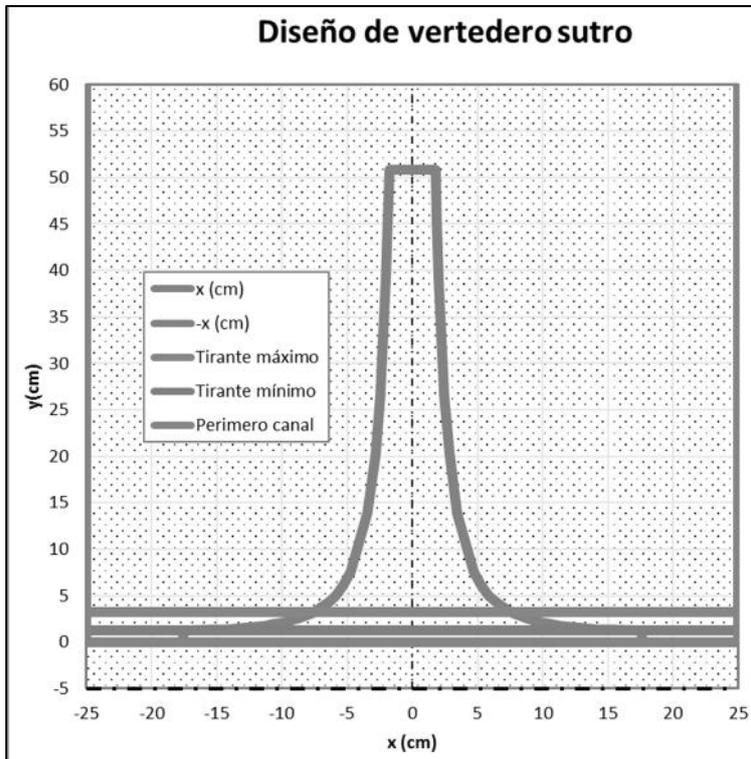
*Cálculo dimensiones del vertedero sutor*

Proc.	Datos	Und	Cálculos	Descripción	Und
1	Caudal máximo horario $Q_{máxh} = 5.10$	L/s	$b = 0.352 \text{ m}$	Base mayor del vertedero sutor Para $Q < Q_{min}$ horario $H = a$	m
2	Caudal promedio $Q_p = 2.46$	L/s	$H = 0.032 \text{ m}$	Para Caudal máximo horario	m
3	Caudal mínimo horario $Q_{mính} = 1.280$	L/s			
4	Tirante mínimo $y_{mín} = a = 0.013$	m			
5	Velocidad mínima $V = 0.30$	m/s	$B = 0.500 \text{ m}$	Ancho de la base del canal	m
6	n de Manning $n = 0.015$		$S = 0.002606 \text{ m/m}$ $0.2606 \%$	Pendiente del fondo del canal	m/m %

Fuente. Elaboracion propia.

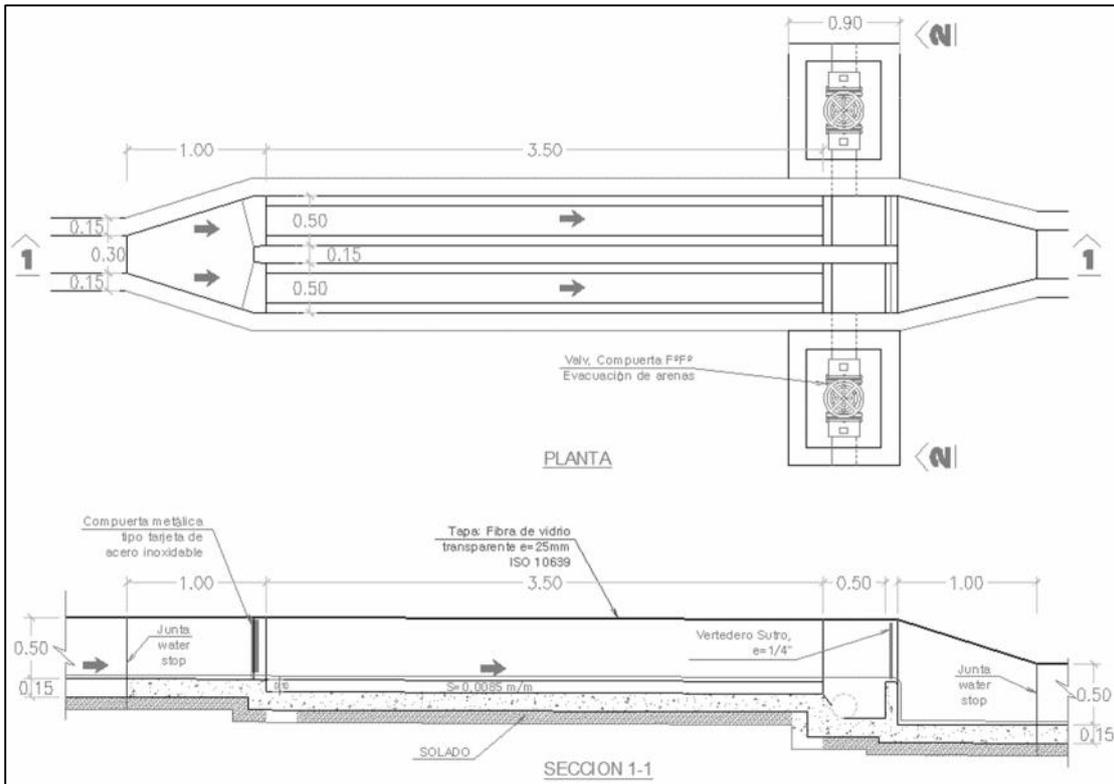
**Ilustración 20**

*Diseño de vertedero sutor*



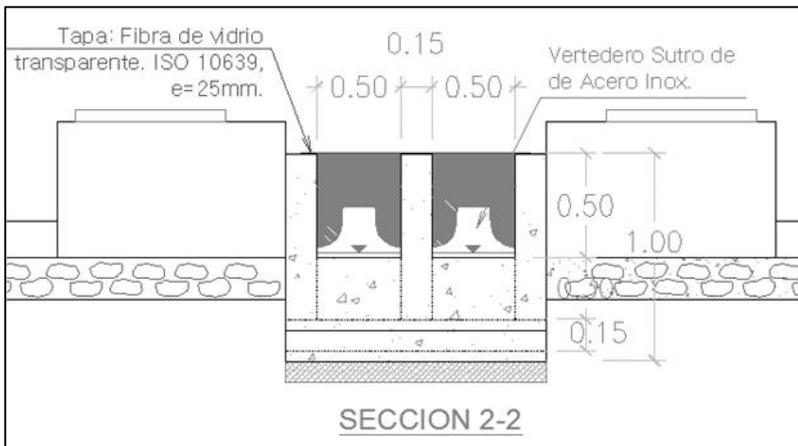
## Ilustración 21

### Diseño de la planta y sección longitudinal del canal desarenador



## Ilustración 22

### Diseño de sección transversal del canal desarenador



## Diseño de Aforador

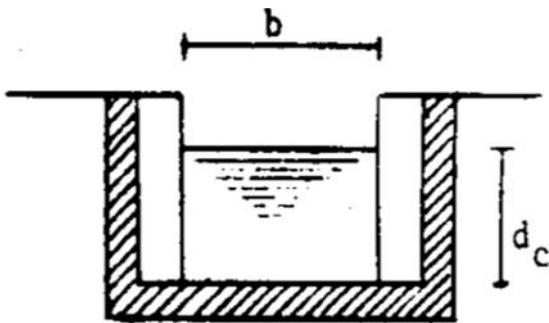
Datos:  $Q_{\text{máxh}} = 0.00510 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{\text{mính}} = 0.00128 \text{ m}^3/\text{s}$

Base del canal de ingreso.  $D = 0.40 \text{ m}$

Altura del canal de ingreso.  $h = 0.50 \text{ m}$

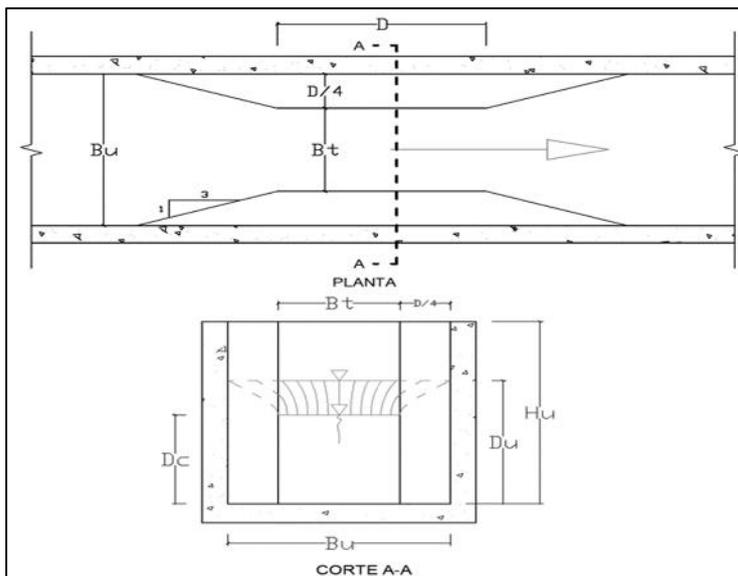
Pendiente del canal  $S = 0.26 \%$



$$Q = \sqrt{\frac{Ac^3 \times g}{b}} \quad ; \quad \frac{Vc^2}{2g} = \frac{Ac}{2b} = \frac{dc}{2}$$

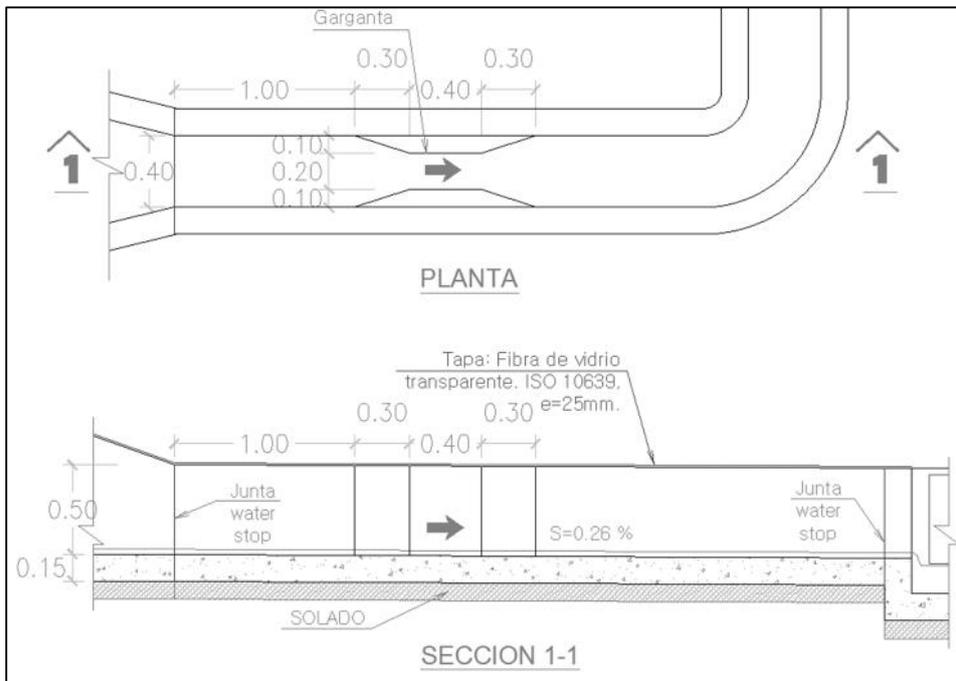
## Ilustración 23

*Esquema de aforador*



## Ilustración 24

### Diseño en planta y sección del aforador



## Diseño de tratamiento primario con tanque Imhoff

**Tabla 17**

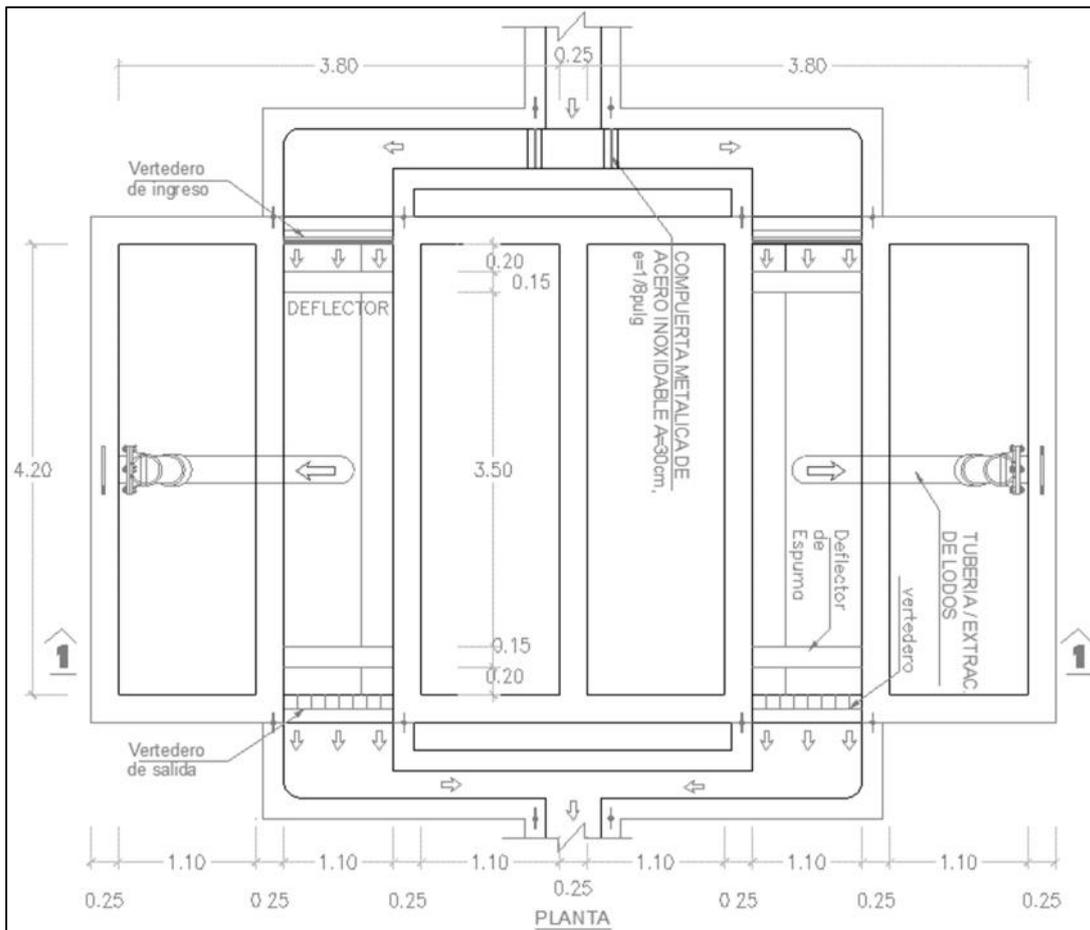
*Cálculo de dimensiones del Tanque Imhoff*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Caudal promedio $Q_p = 8.865$	m <sup>3</sup> /h	$A_s = 4.43 \quad m^2$	Area de sedimentación	m <sup>2</sup>
2	Caudal máximo diario $Q_{mh} = 274.07$	m <sup>3</sup> /d	$V_s = 8.87 \quad m^3$	Volumen de sedimentación	m <sup>3</sup>
3	Periodo de retención $T_r = 2.00$	h	$P = 2.00 \quad m$	Profundidad mínima del sedimentador	m
4	Carga superficial $C_s = 1$	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h	$Bl = 0.30 \quad m$	<b>Borde libre</b>	m
5	Relación largo / Ancho $L/B = 4$		$L = 4.20 \quad m$	<b>Longitud del sedimentador</b>	m
6	Numero tanques en paralelo $n_t = 2$		$B = 1.10 \quad m$	<b>Ancho del sedimentador</b>	m
7	Abertura para Item de sólidos $a = 0.20$		$h_r = 1.50 \quad m$	<b>Altura de la zona rectangular sedimenta.</b>	m
8	Pendiente del fondo sediment. $\emptyset = 60$	°	$h_t = 1.00 \quad m$	<b>Altura de Fondo de sedimentador</b>	m
9	Proyecc. Horizont. de $ph = 0.15$	m			
10	Carga hidraulica en el vertedero $C_v = 190$	m <sup>3</sup> /m.d	$L_v = 0.72$ Calculado $L_v = 1.10$ Asumido	<b>Longitud de vertedero necesario</b>	m
11	Temperatura del mes mas frío $T^\circ = 2.28$	°C	$V_d = 90.02 \quad m^3$	Volumen requerido para la digestión	m <sup>3</sup>
12	Producción per cápita de lodos $P_{pl} = 70$	L/hab			
	Poblacion equivalente $P_e = 1286$	hab			
13	Tiempo de digestión $T_d = 110.00$	d			
14	Factor de capacidad relativa $F_{cr} = 2.00$				
15	Espaciamento libre $E_l = 1.10$	m	$A_l = 18.48 \quad m^2$	Area libre total	m <sup>2</sup>
16	Espesor muro sedimentador $e = 0.25$	m	$A_t = 31.92 \quad m^2$	Superficie total del tanque	m <sup>2</sup>
17	Relación de superficie libre y superficie total		$\%A = 57.9 \quad \%$	Relación de superficie libre y superficie total	%
18	<b>Ancho hidraulico total del tanque</b>		$B_{tt} = 7.60 \quad m$	<b>Ancho hidraulico total del tanque</b>	m
19	numero de tolvas en serie $n_s = 1.00$	m	$m = 0.3 \quad m$	Lado transversal de la base de succión de lodo	m
20	numero de tolvas en paralelo $n_p = 1.00$	m	$h_3 = 0.90 \quad m$	<b>Altura de fondo succión (Digestion)</b>	m

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
21	Ancho de la zona de succión $b = 0.60$	m	$V3 = 5.38 \text{ m}^3$	Volumen entre zona neutra y digestión	$\text{m}^3$
22	Angulo de inclinación de fondo $= 30.00$	°	$V4 = 84.6 \text{ m}^3$	Volumen de la zona de digestión	$\text{m}^3$
23	hmín tub de extracción de lodo $hmín = 1.80$		$h4 = 2.70 \text{ m}^3$	altura de la zona de digestión de lodos	$\text{m}^3$
24			$h_v = 3.60 \text{ m}^3$	Altura vertical del digestor	$\text{m}^3$
25	Altura zona neutra $h_{zn} = 0.50$	m	$H_t = 6.90 \text{ m}$	Altura interior total del tanque	m
26	Bordo libre $B_l = 0.30$	m			

### Ilustración 25

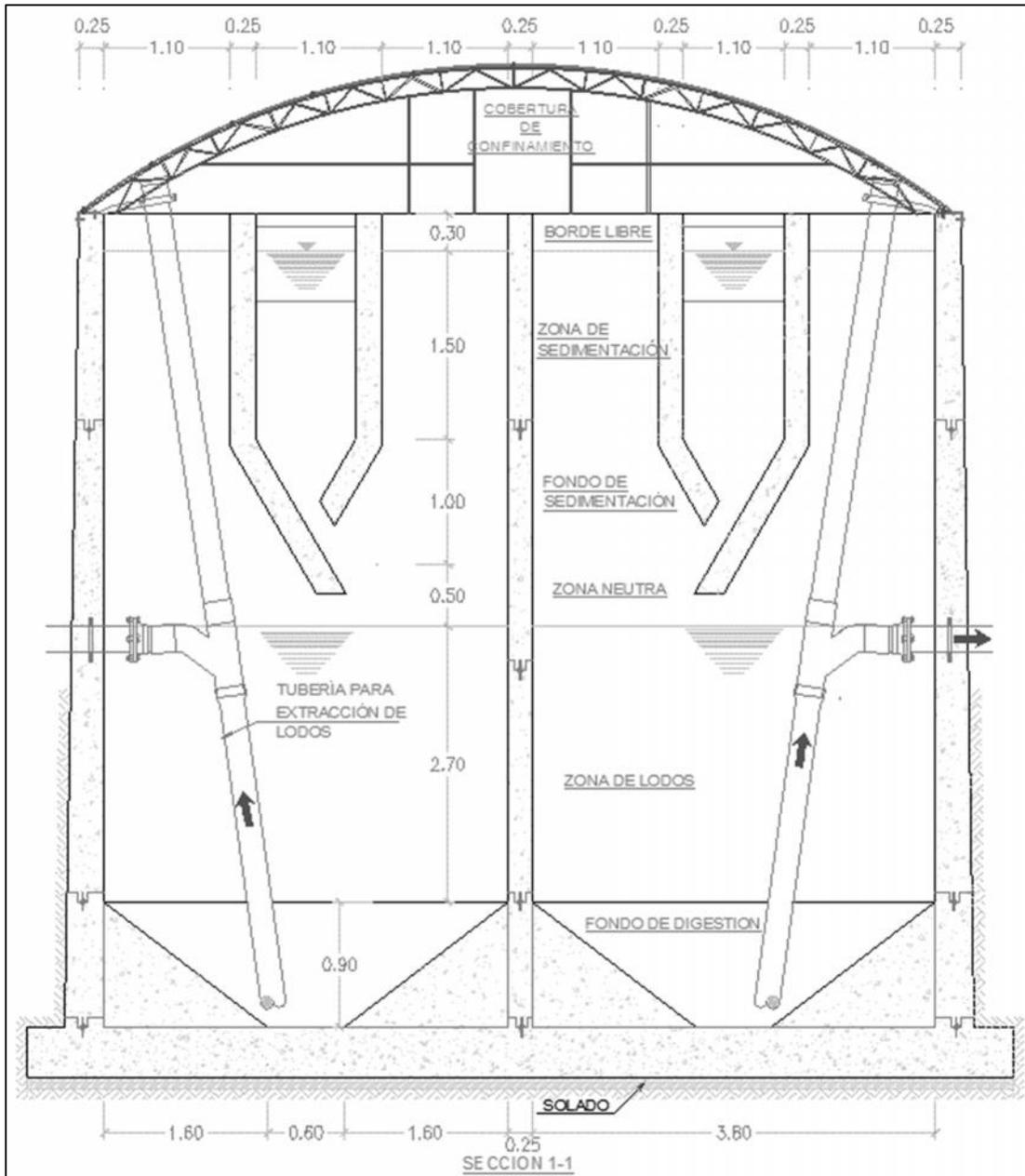
Diseño en planta del tanque Imhoff



Fuente. Elaboración propia

## Ilustración 26

### Diseño de sección del tanque Imhoff



Fuente. Elaboración propia

**Diseño de tratamiento secundario con Filtro Percolador y Sedimentador secundario**

**Filtro percolador**

**Tabla 18**

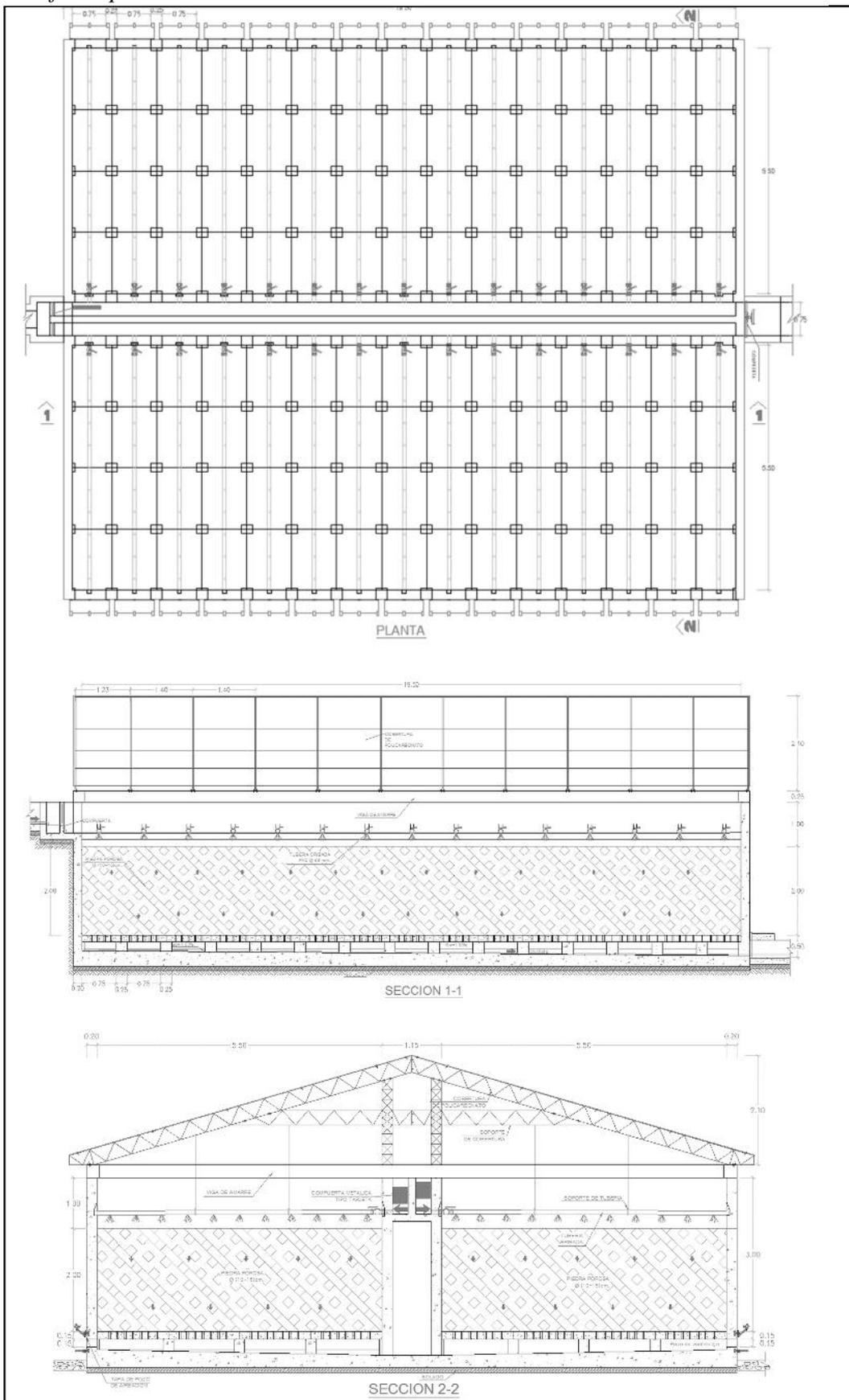
*Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento secundario tanque filtro percolador*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Caudal promedio $Q_p = 212.8$	m <sup>3</sup> /d	$A_s = 212.8 \text{ m}^2$	Area superficial total	m <sup>2</sup>
2	Carga hidráulica $Q_i = 1.00$	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d			
3	Concentración DBO ingreso $S_o = 437.50$ $S_o = 0.438$	mg/L KgDBO/m <sup>3</sup>	$S_a = 0.394 \text{ KgDBO/m}^3$ $S_a = 393.8 \text{ mg/L}$	Concentración de la DBO en el reactor	KgDBO/m <sup>3</sup> mg/L
4	Remoción de la DBO $E = 90$	%	$S_e = 43.8 \text{ mg/L}$	<b>Concentración de la DBO en el efluente</b>	mg/L
5	Carga orgánica $Q_o = 0.197$	KgDBO/m <sup>3</sup> .d	$V = 425.5 \text{ m}^3$		
6	Profundidad $P = 2.00$ Asumida	m	$P = 2.00$ calculada	<b>Profundidad del reactor</b>	m
<b>Para reactor rectangular</b>					
7	<b>Ancho de tanque</b> $B = 5.50$	m < a 6 m.	$L = 19.3$ Calcul. m $L = 19.50$ Asumid. m	<b>Largo de cada tanque</b>	m m
8	N° de tanques $N = 2$	Und	$Q_j = 2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$	Carga hidráulica verificada para el momento de mantenimiento o falla de	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d
9	Concentración de sólidos $C_s = 6.5$	%	$Q_v = 0.39 \text{ KgDBO/m}^3.\text{d}$ $0.195$	Carga orgánica verificada para el momento de mantenimiento o falla de	KgDBO/m <sup>3</sup> .d
10	Concentración SST ingreso $SST_o = 562.5$	mg/L	$SST_a = 506 \text{ mg/L}$	Concentración en el efluente	mg/L
11	Porcentaje de remoción SST $Rem = 90.0$	% de 70 a 90 %	$SST_e = 56.3 \text{ mg/L}$	<b>Concentración de SST en el efluente</b>	mg/L
12	<b>Espaciamiento de cribas</b> $e = 0.50$	m	$N_o = 11$	Número de orificios en cada dosificador	
13	<b>Diámetro de las cribas</b> $d_o = 1/2$	pulg	$A_o = 1.27 \text{ cm}^2$	Sección de las cribas del dosificador	cm <sup>2</sup>
14	<b>Espaciamiento de dosificación</b> $D = 0.50$	m	$q = 1.72 \text{ L/s en } 5\text{min}$	Caudal promedio en el orificio del dosificador	L/s en 5min
	Intervalo de dosificación $T_d = 5$	min	$N_d = 39.0 \text{ Und}$	<b>Número de dosificadores</b>	Und
15	Velocidad en los orificios del dosificador		$V_o = 1.236 \text{ m/s}$	Velocidad en los orificios del dosificador	m/s
16	$R = 0.46$ $R = 0.46$		$V_t = 0.568 \text{ m/s}$	Velocidad en la tubería dosificador	m/s
17	Sección del dosificador		$A_t = 30.3 \text{ cm}^2$	Sección del dosificador	cm <sup>2</sup>
18	Diámetro interior del dosificador		$D_d = 2.45 \text{ pulg}$	<b>Diámetro interior del dosificador</b>	pulg
19	Area unitaria de ventilación $A_{up} = 1.00$	m <sup>2</sup>	$A_v = 0.858 \text{ m}^2$ Area total de ventilación	Area total de ventilación requerida	m <sup>2</sup>
20	Medidas del pozo de ventilación $b = 0.25$ $h = 0.15$	m m	$N_p = 24.0 \text{ m}^2$ Numero total de pozos de ventilacion requerida	Numero total de pozos de ventilación requerida	m <sup>2</sup>
21	Número mínimo de ductos de ventilación por reactor		$N_{pr} = 12.00 \text{ Und}$ $N_{pr} = 12$ Asumido	<b>Número mínimo de ductos de ventilación por reactor</b>	Und

Fuente. Elaboracion propia.

# Ilustración 27

## Diseño de filtro percolador



## Sedimentador Secundario

**Tabla 19**

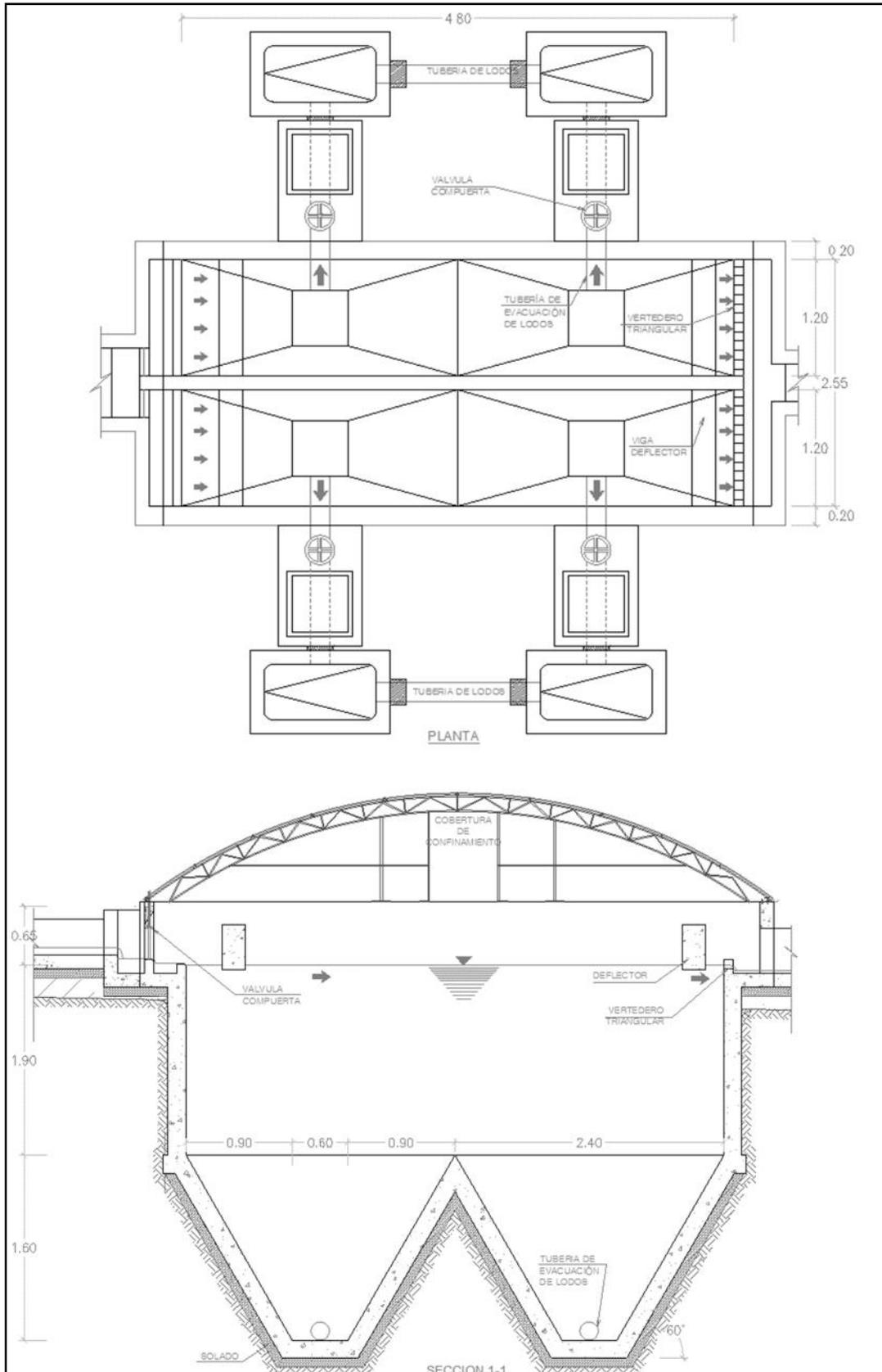
*Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento sedimentador secundario*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Caudal promedio $Q_p = 212.76$	m <sup>3</sup> /d	$A_s = 5.78 \text{ m}^2$	Area superficial del sedimentador	m <sup>2</sup>
2	Caudal máximo diario $Q_{md} = 274.1$	m <sup>3</sup> /d			
3	Periodo de retención $P_r = 2.5$	h (1.5 a 2.5 h)	$P = 1.9 \text{ m}$	Profundidad del sedimentador	m
4	Carga superficial $Q_s = 18$	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d	$47.40 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$	Carga superficial verificada en momento de mantenimiento o falla de un sedimentador	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d
5	Relación largo / Ancho $L/B = 4$	(de 3 a 10)	$L = 4.80 \text{ m}$	Longitud del sedimentador	m
6	N° de sedimentadores $NSP = 2$		$B = 1.20 \text{ calculm}$ $B = 1.20 \text{ Asumicm}$	Ancho del sedimentador	m
7	Relacion Largo profundidad		$L/P = 2.50$	Relacion Largo profundidad	
8	Carga hidraulica en el vertederos $C_v = 170.48$	m <sup>3</sup> /m.d	$L_v = 0.80 \text{ Calculm}$ $L_v = 1.20 \text{ Asumicm}$	Longitud de vertedero necesario	m
9	Gravedad especifica $G_e = 1.03$		$S_m = 3.3 \text{ Kg/d}$	Produccion de lodo	Kg/d
10	Concentración de sólidos $C_s = 6.5$	%	$C = 56.3 \text{ mg/L}$	Concentración de SST	mg/L
11	Concentración SST $SST_o = 56.3$	mg/L	$SST_a = 31 \text{ mg/L}$	Concentración en el sedimentador	mg/L
12	Porcentaje de remoción $Rem = 55.0$	%	$SST_e = 25.3 \text{ mg/L}$	<b>Concentración SST en el efluente</b>	mg/L
13	Densidad del sedimento $s = 1030$	Kg/m <sup>3</sup>	$V_l g = 0.049 \text{ m}^3/\text{d}$	Volumen de lodo generado	m <sup>3</sup> /d
14	Tiempo de mantenimiento $T_m = 115$	d	$V_{ac} = 5.65 \text{ m}^3$	Volumen de lodo seco	m <sup>3</sup>
15	N° de tolvas $N = 4$		$h_l = 1.60 \text{ m}$	Altura para acumulacion de lodo	m
16	Borde libre $B_l = 0.30$		$H_t = 3.8 \text{ m}$	Profundidad total del sedimentador	m
17	<b>Remoción de la DBO</b> $E = 33.00$	%	$S_a = 14.4 \text{ mg/L}$	Concentracion en el reactor	mg/L
18	Concentracion DBO ingreso $S_o = 43.75$	mg/L	$S_e = 29.3 \text{ mg/L}$	<b>Concentracion DBO en el efluente</b>	mg/L

*Fuente. Elaboracion propia.*

# Ilustración 28

## Diseño de sedimentador secundario



## Diseño de tratamiento terciario con cámara de cloración y lecho de secado de

**lodos**

### Cámara de cloración

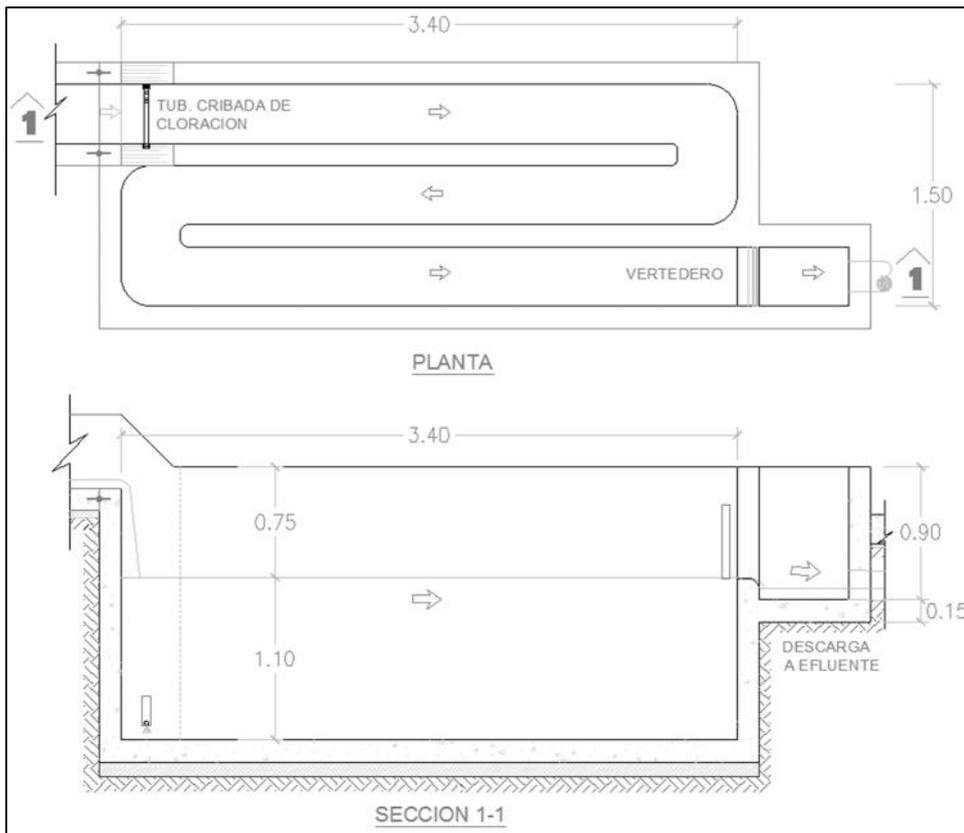
**Tabla 20**

*Cálculo de dimensiones de la estructura de tratamiento terciario cámara de cloración*

Proc.	Datos	Und	Cálculo	Descripción	Und
1	Dosis máxima $D_M = 3$	mg/L	$q = 2E-06 \quad m^3/s$	Caudal mínimo de agua requerido para la operación del inyector	m <sup>3</sup> /s
	Concentración de la solución $C = 0.35$	%			
	Caudal de diseño $Q = 2.46$	L/s			
2	Capacidad requerida del		$W = 27 \quad g/h$	Capacidad requerida del equipo	g/h
3	En el cuadro, selección del equipo de la capacidad requerida $W \text{ máx} = 1400$	g/h	$W_{\text{mín}} = 70.0 \quad g/h$	Capacidad mínima del clorador	g/h
	Temperatura del agua $T = 15$	°C			
4	Velocidad en la tubería de alimentación de agua $V = 0.9$	m/s	$A = 2.3E-06 \quad m^2$	Área de la tubería	m <sup>2</sup>
5	<b>Longitud de la tubería de alimentación de agua</b> $L = 3.5$	m	$\emptyset = 0.002 \quad m$ $\emptyset = 0.068 \quad \text{calcula pulg}$ $\emptyset = 1/2 \quad \text{asumid pulg}$	Diametro de la tubería de alimentación de agua	m pulg pulg
6	Coefficiente de fricción Darcy Weisbach $f = 0.03$		$H_o = 0.341 \quad m$	Pérdida de carga por fricción	m
7	Pérdida de carga total por accesorios $K = 4.45$		$H_m = 0.18 \quad m$	Pérdida de cargas menores	m
8	Presión requerida por el inyector $h = 30$	m	$H = 30.53 \quad m$	Carga dinámica total	m
9	Pesos específico del agua $= 1000$	Kg/m <sup>3</sup>	$P = 0.250 \quad HP$	<b>Potencia del inyector</b>	HP
10	Eficiencia del inyector $E = 0.85$				
11	Tiempo de contacto del agua con el cloro $T_c = 30$	min	$V_{tc} = 4.43 \quad m^3$	Volumen de tanque de contacto	m <sup>3</sup>
12	<b>Tirante de agua</b> $y = 110$	cm	$A_{tc} = 4.02963 \quad m^2$ <i>Area de tanque de contacto</i>	Area de tanque de contacto	m <sup>2</sup>
13	<b>Base del canal de contacto</b> $b = 40.0$	cm	$L_{cc} = 10.08 \quad m$	<b>Longitud del Canal de contacto</b>	m
14	Espacio de accesorios $b' = 10.0$	cm	$L_f = 3.40 \quad m$ $B_f = 1.50 \quad m$	Dimensiones interiores finales de diseño	

## Ilustración 29

### Diseño de cámara de cloración



## Lecho de secado de lodos

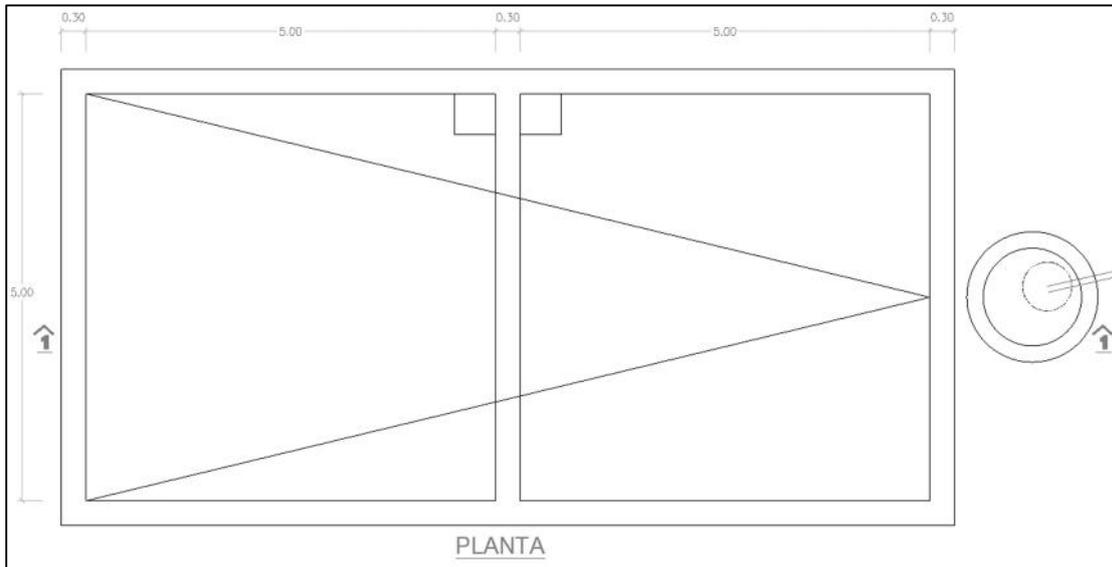
**Tabla 21**

*Cálculo de dimensiones de las cajas de secado de lodos*

Proc.	Datos	Und	Cálculos	Descripción	Und
1	Lodos digeridos del TI Lp = 239.4	Kg/d	$Vlg = 70.85 \quad m^3$ <b>65.20 5.65</b>	Cantidad de lodo generado	m <sup>3</sup>
2	Lodos del sedimentador Lfp = 6.582	Kg/d	$Kg-l = 2327.4 \quad Kg/año$	Cantidad de sólidos	Kg/año
	Concentración de sólidos Cs = 9	%	$Vl = 0.76 \quad m^3/d$	Producción de lodo	m <sup>3</sup> /d
	Densidad de lodos s = 1030	Kg/m <sup>3</sup>			
3	Tiempo de secado mínimo Ts = 49	d	$Vls = 37.45 \quad m^3$	Volumen del lecho de secado	m <sup>3</sup>
4	Temperatura del ambiente T° = 10	°C			
5	<b>Altura de lodo en el lecho</b> H = 0.3	m	$Als = 124.8 \quad m^2$	Area del lecho de secado de lodo	m <sup>2</sup>
6	Carga anual de lodo Maximo = 160	Kg/m <sup>2</sup> -año	$Als = 19 \quad Kg/m^2-año$	Area del lecho de secado de lodo	Kg/m <sup>2</sup> -año
7	Numero de lechos N = 4	m	$Als = 31.2 \quad m^2$	Area de cada lecho de secado de lodo	m <sup>2</sup>
8	Relacion L/B ( 2 a 4 ) L/B = 2		$L = 5.00 \quad m$	Largo del lecho de secado de lodo	m
	Ancho del lecho de secado		$B = 5.00 \quad m$	Ancho del lecho de secado	m
9	<b>Borde libre</b> BL = 0.2	m	$Ht = 1.00 \quad m$	<b>Profundidad total del lecho</b>	m
10	Profundidad medio filtrante	m	$Sf = 1.50 \quad \%$	<b>Pendiente de losa fondo hacia el canal de recolección</b>	%
	Ladrillo = 0.13		$\emptyset t = 100 \quad mm$	Diametro de canal de recolección	mm
	Arena fina = 0.17				
	Grava = 0.2				

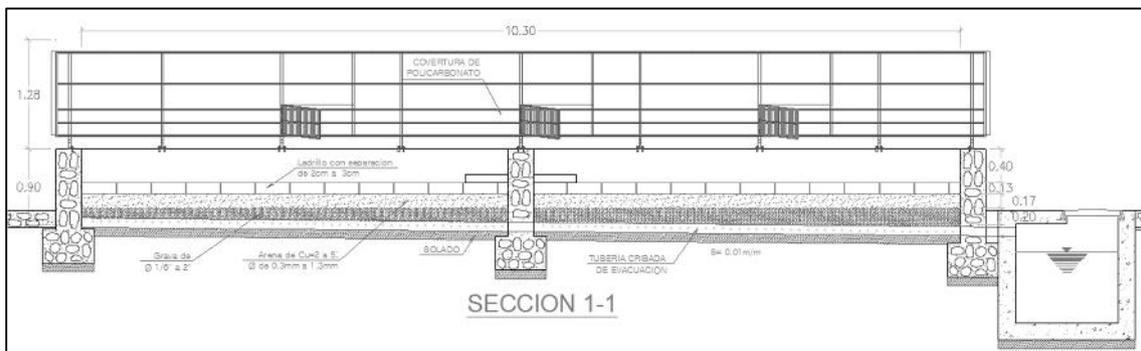
### Ilustración 30

*Diseño de la planta de la caja de secado de lodos*



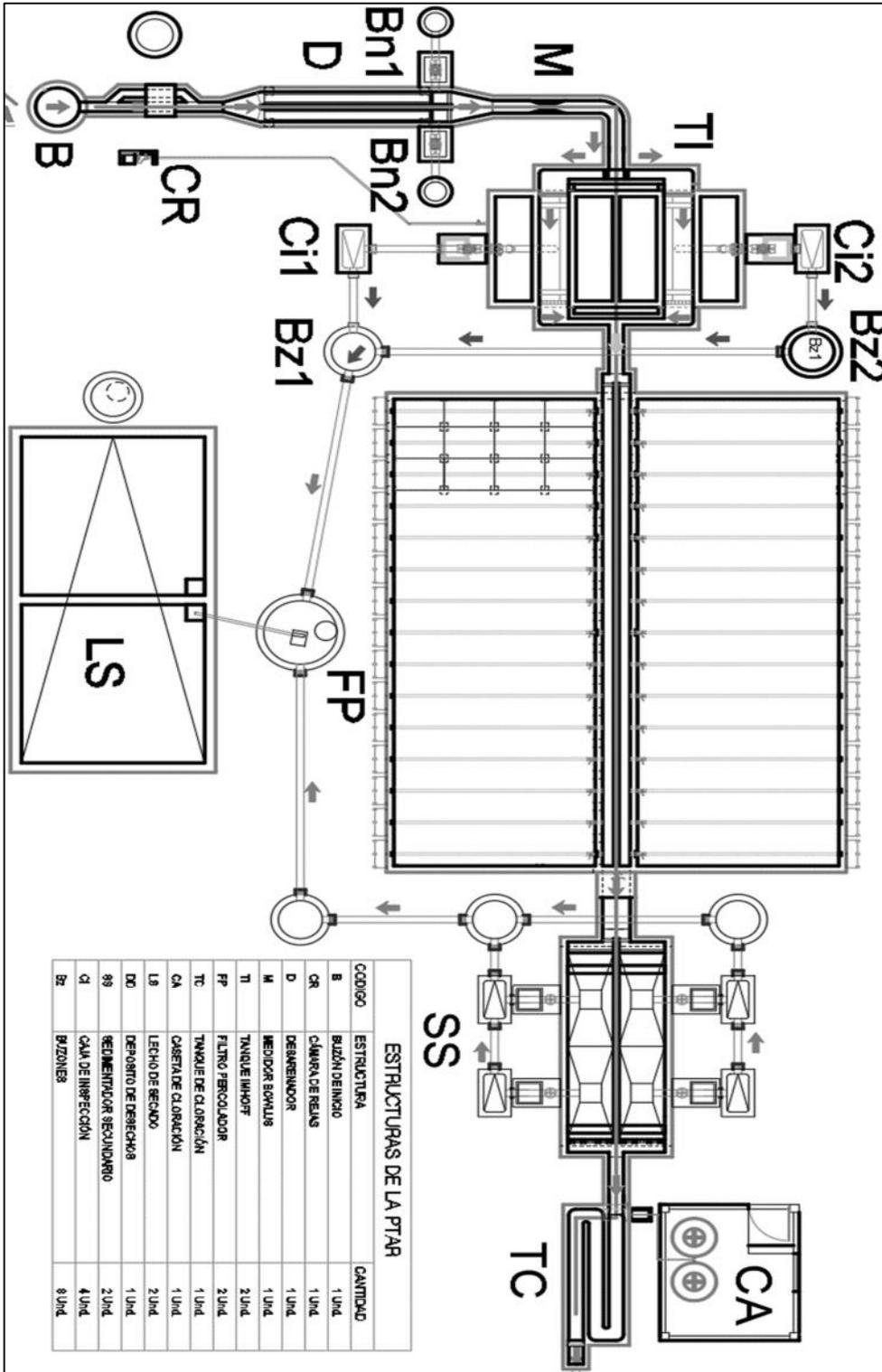
### Ilustración 31

*Diseño de la sección de la caja de secado de lodos*



**Ilustración 32**

*Distribución de estructuras de tratamiento primario, secundario y terciario*



## **Discusión de resultados**

Se planteó como objetivo explícito principal la evaluación de la calidad y cantidad de agua remanente para el plan de la planta de tratamiento en la zona cubierta de la localidad de Capazo. La revisión evalúa los límites físico-compuestos del agua sobrante que ahora se libera en el afluente y encuentra que no cumple con las mejores cualidades permitidas y los principios naturales de calidad, ya que tiene un alto contenido de aceites y grasas, Cuerpo, TSS, Escherichia coli y coliformes residuales, descuidando el seguimiento de LMP y ECAs produciendo contaminación ecológica en los chorros, por lo que, dados estos resultados de calidad, se propone un plan para una planta de tratamiento de aguas residuales mixtas (anaeróbicas y consumidoras de oxígeno) con tratamiento esencial con tanque Inhoff , tratamiento opcional con canal de vertido orgánico con peregrino y tratamiento terciario con cámara de cloración para atenuar estos límites y consentir las LMP y ECA, dado el estado poco amigable del medio ambiente de la gélida región del municipio de Capazo, esta multitud de diseños con inclusión se proponen para restringir el impacto del medio ambiente en el ciclo de tratamiento, según Macloni, D. (2014), hace referencia a que La utilización del marco del tanque Inhoff a la luz de las cualidades del agua remanente llega a una eficiencia de 88.62% en mantenimiento y sedimentación, disminuyendo el límite del DBO.

En cuanto a la cantidad de agua residual para el diseño de la planta de tratamiento de la localidad de Capazo, obtuve una cantidad de agua residual actual de 1.83 L/s, teniendo como proyección a futuro de acuerdo con el crecimiento poblacional la cantidad de 2.46 L/s, lo que es relacionado con las longitudes, anchos y profundidades de las estructuras de tratamiento primario, secundario y terciario. Según Portero y Amat (2016), la acumulación de agua residual desechada producto de actividades cotidianas debe ser corregida e incrementada en función del número de viviendas, la hora y el día en el que fue medida para

el dimensionamiento de los componentes de tratamiento y considerar el uso o no de energía externa.

Se planteó además el objetivo de proponer un plan de planta de tratamiento ideal para trabajar en el estado limpio del número de habitantes de la localidad de Capazo Puno, dados los informes de la evaluación de la calidad y cantidad de agua remanente de ímpetu y en pensamiento al interior de la plan base de la bendición y la proyección del chorro de descarga en vista del desarrollo de la población a 20 años de 2.46 L/s, este fue utilizado para la estimación del tratamiento esencial con un tanque Inhoff de 4.20m. de largo por 1.10m. de ancho y una profundidad de 6,90m. Tratamiento opcional con canal de streaming de 19,50m. de largo por 5.50m. de ancho y 2,00m. romería profunda, opcional de 4,80m. de largo por 1.20m. de ancho y una profundidad de 3,50m dada la realidad climática y la topografía del terreno de la zona nevada de la localidad de Capazo, cada estructura contara con cobertura y no se utilizara energía externa para su funcionamiento ya que el flujo dada pendiente del terreno será por gravedad

## Capítulo V. Conclusiones

Se determinó la calidad de agua residual a través de procesos de caracterización en laboratorio para el diseño de planta de tratamiento, de donde se obtuvo como que el agua residual que actualmente fluye por el sistema existente, no cumple los valores máximos permisibles tampoco los estándares de calidad ambiental estipulados para aguas residuales de origen doméstico, proponiéndose un diseño de planta de tratamiento con sistema de tratamiento combinado con tanque Imhoff y filtro percolador con sedimentador.

Se determino la cantidad de agua residual para el diseño de planta de tratamiento con proyección de acuerdo con el crecimiento poblacional en 20 años de 2.46 L/s, estos resultados contribuyen en el diseño la planta de tratamiento con componentes en serie por donde fluirá el agua por gravedad dada la pendiente del terreno lo que significa menor costo de operación y mantenimiento ya que no se utilizaran mecanismos de impulsión.

A partir de los resultados de la evaluación de calidad y cantidad de agua se elabora un diseño de planta de tratamiento de tipo combinado anaerobio y aerobio teniéndose un nivel de tratamiento primario con tanque Imhoff de (4.20x1.10x6.90)metros, un tratamiento secundario por filtro percolador de (19.50x5.50x2.00)metros, sedimentador de (4.80x1.20x3.50)metros y un tratamiento terciario con cámara de cloración (10.10x0.40x1.10)metros, todas las estructuras de tratamiento serán construidas en pares para garantizar su funcionamiento en caso de falla o mantenimiento, además, contarán con cobertura lo que impedirá la influencia de agentes externos dado el clima de agresivo de esta zona nevada lo que garantizara su funcionamiento y el cumplimiento de los LMPs y ECAs mejorando la condición sanitaria de la población de la zona nevada de la localidad de Capazo, Puno.

## Referencias Bibliográficas

- Alexandra, J. (2011). *Tratamiento Anaerobio de Aguas residuales*. Cali: Tesis de grado en la Universidad el Valle. Cali - Colombia.
- Almeida Villarreal, C. (2019). *Propuesta de optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales “Vivienda Popular” de la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi*. Quito: Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de investigación. 6ta Edición, Editorial Episteme, Caracas*. Caracas: 6ta Edición, Editorial Episteme, Caracas.
- Arrocha, S. (2020). *Abastecimiento de agua, teoría y Diseño*. ISBN 20-399-8064-7.
- Ayala, R. (2014). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*. La Paz: Universidad Mayor de San Simón. Bolivia.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica*. Chiclayo.
- Carcausto, F. (2019). *Diseño Hidráulico de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Zona Bioclimática Nevada del Distrito de Ananea*. Lima: (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Alas Peruanas, Lima Perú.
- Cerezo, J. (2011). *Estación depuradora de aguas residuales*. Barcelona: (Tesis de grado). Universidad politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Bogotá: McGraw-Hill. Bogotá. Colombia.
- Cuatis, L. (2018). *Propuesta de Diseño de Una Planta De Tratamiento De Agua Residual por Lodos Activados en el Municipio De Soatá Boyacá*. Chimborazo: (Tesis de grado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de Ecuador.

- Espinoza, F. (2018). *Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores*. Piura: Tesis para optar grado de máster en gestión ambiental, Facultad de ingeniería de la Universidad de Piura.
- Fernández, A., & Rey, N. (2007). *Metodología de la investigación científica*. . Lima: Lima, Peru: San Marcos.
- Flores, T. (2020). *Propuesta para el manejo y tratamiento de aguas de uso agrícola: aplicación en la zona Norte de Chile*. Chile: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176232>.
- Fonam. (2010). *Oportunidades de Mejoras Ambientales para el Tratamiento De Aguas Residuales en el Perú*. Lima Perú. Lima.
- Hernández, R., Fernández, C., & Batista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw-Hill. México.
- López, W. (2017). *Fundamentos de Diseño de Plantas Depuradoras de Aguas Residuales*. . Sevilla: España: Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla.
- López., & Herrera. (2016). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para reúso en riego de Parques y Jardines en el Distrito de la Esperanza*. Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego de Trujillo.
- Macloni, D. (2014). *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales en la República de Guatemala, para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz*. Universidad de Rafael Landívar.
- Metcalf, & Eddy. (2014). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 5th Edición. MacGraw-Hill. New York.
- Miranda, D., & Cantu, P. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico del centro poblado de Quenuayoc, distrito independencia, provincia Huaraz*,

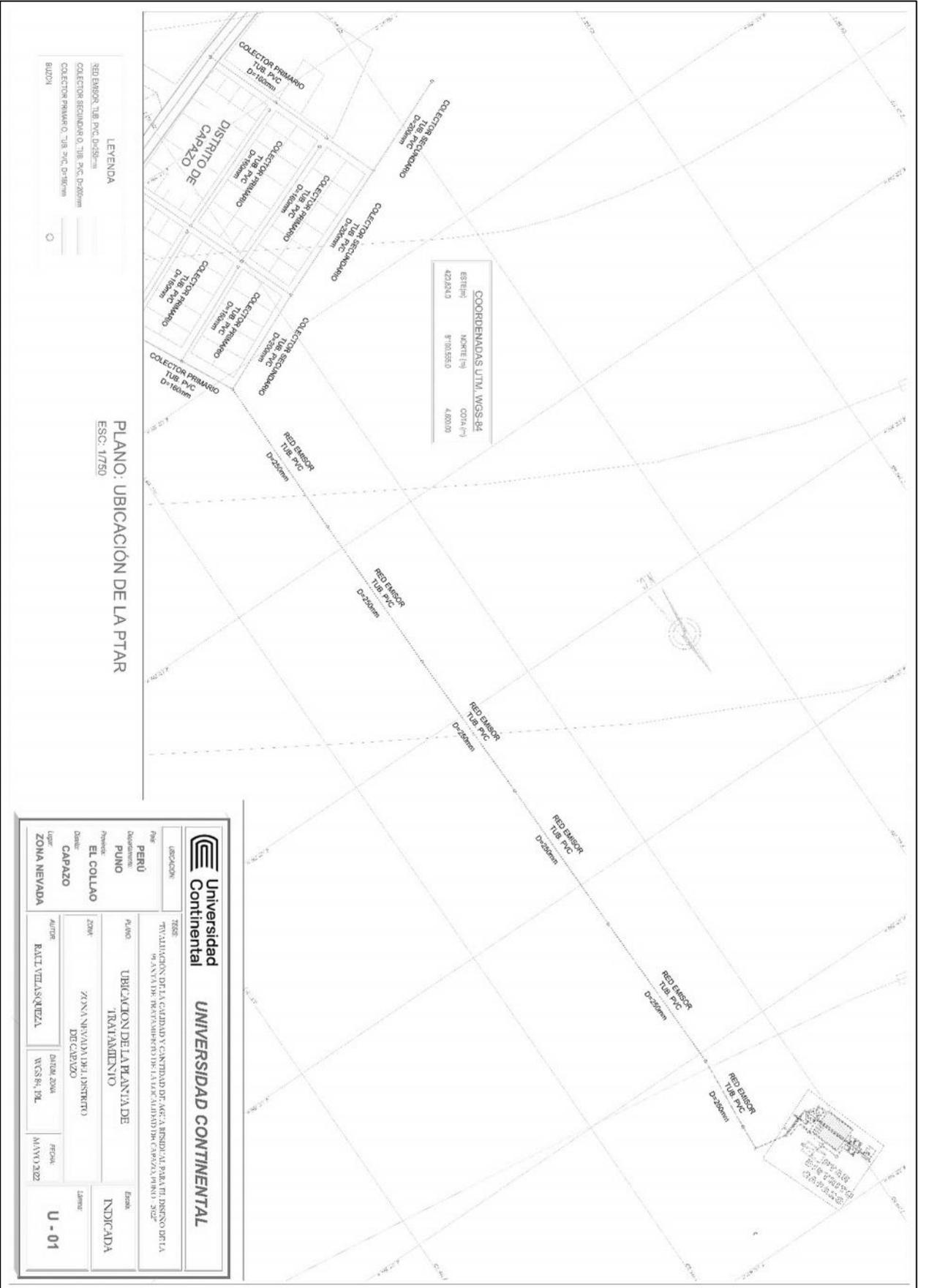
- región Ancash, mayo – 2019*. Chimbote: Universidad Católica los Ángeles, Chimbote – Perú.
- Mondragón, G., & Sánchez, C. (2017). *Análisis de la operatividad del sistema de tratamiento de aguas residuales en el continuo urbano de Trujillo - Perú*. Trujillo: (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Trujillo.
- Norma RNE-OS.090. (2006). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*. Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú.
- Noyola, A., Morgan, J. M., & Leonor, G. (2013). *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales*. México: (Tesis de grado) en la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de México, DC México.
- Palacios, F. (2011). *Proyecto Ecológico e hidráulica de Tratamiento de Aguas residuales*. Lima.
- Peña, j., & López, J. (2012). *Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente*. Mexico.
- Portero, M., & Amat, V. (2017). *Evaluación de la Planta De Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Babahoyo*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Prada, J. (2017). *Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Planta de Tratamiento Punta Baja*. Anzoátegui: Tesis de Grado, Departamento De Ingeniería Química, Anzoátegui-Venezuela.
- Rigola, M. (1999). *Tratamiento de aguas residuales: Aguas de proceso y residuales*. Barcelona: Primera edición: Editorial Marcombo. Barcelona España.
- Rodríguez, D. J., Serrano, H. A., Delgado, A., Nolasco, D., & Saltiel, G. (2000). *De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe*. Washington: World

Bank, Washington, DC. © World Bank.  
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33436> License: CC BY 3.0  
IGO.

- Rolim, M. (2000). *Sistemas de Lagunas de Estabilización*. Bogotá: Primera edición. Mc GRAW-HILL. Bogotá. Colombia.
- Romero, R. (2001). *Tratamiento De Aguas Residuales*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de ingeniería. Bogotá. Colombia.
- Salas, J. (2020). *Tanque Imhoff: fundamentos y diseño*. España: Artículo científico. Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para el tratamiento de las aguas residuales. España.
- Song, P., Huang, G., Hong, Y., An, C., Xin, X., & Zhang, P. (2020). *A biophysiological perspective on enhanced nitrate removal from decentralized domestic sewage using gravitational-flow multi-soil-layering systems* (Vol. 240). doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124868>
- Tamayo, & Tamayo, M. (2008). *El Proceso de la Investigación Científica*. Guadalajara: Editorial Limusa, Guadalajara, México.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (2004). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid: Madrid: Mc GRAW-HILL.
- Ubaldo, L., & Chirinos, A. (2020). *Evaluación y Propuesta de Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Caserío Huaripampa, San Marcos, Áncash 2020*. Trujillo: (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Trujillo, Perú.

Wu, H. (2020). *Effect of increasing of water level during the middle of dry season on landscape pattern of the two largest freshwater lakes of China* *Ecol. Indic.*  
<https://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X2030220X>.

## **Anexos**

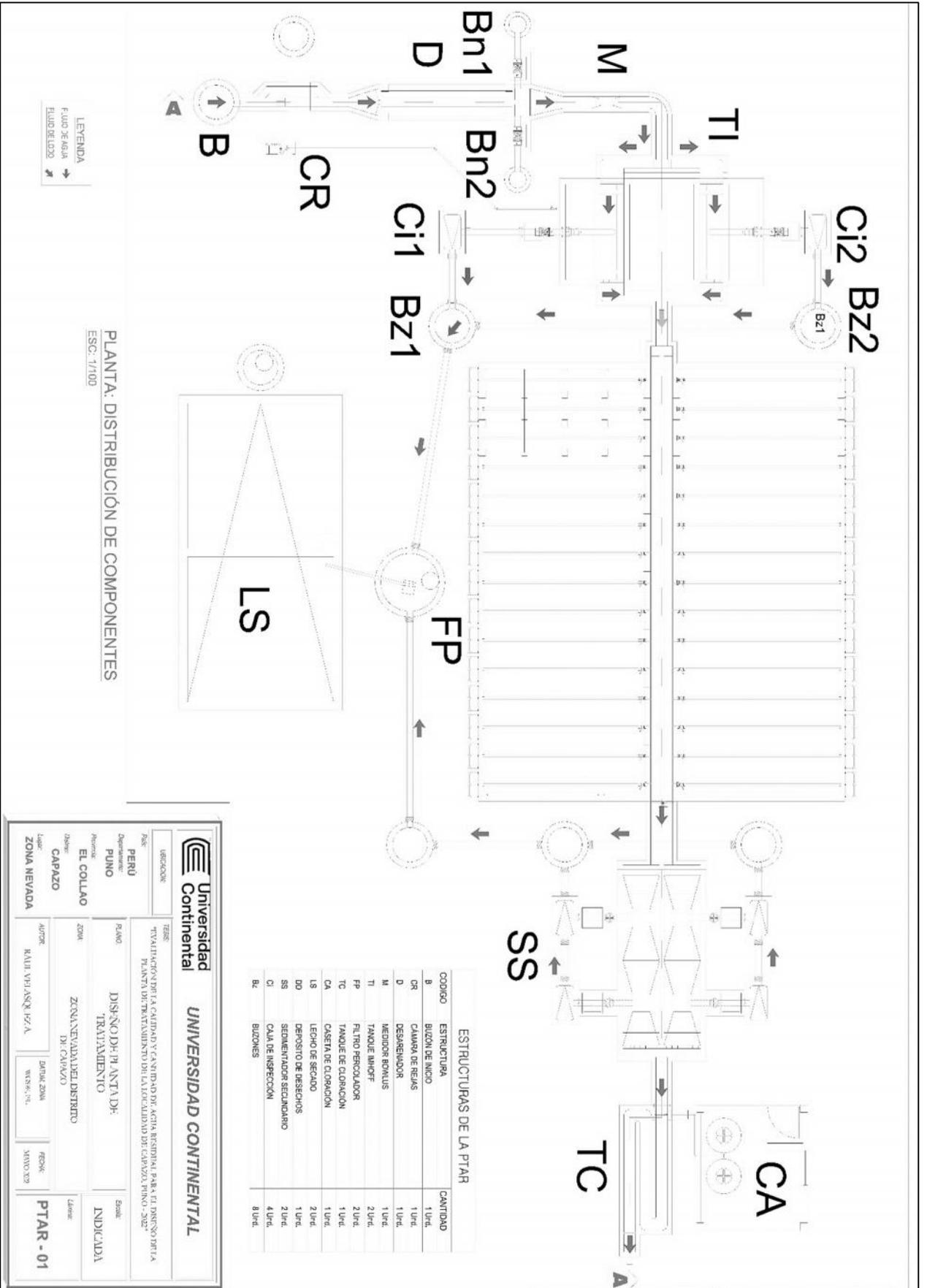


COORDENADAS UTM, WGS-84  
 ESTUR: MONTE 19  
 422824.0 7101555.0  
 6074.71 4.80019

**PLANO: UBICACIÓN DE LA PTAR**  
 ESC: 1/750

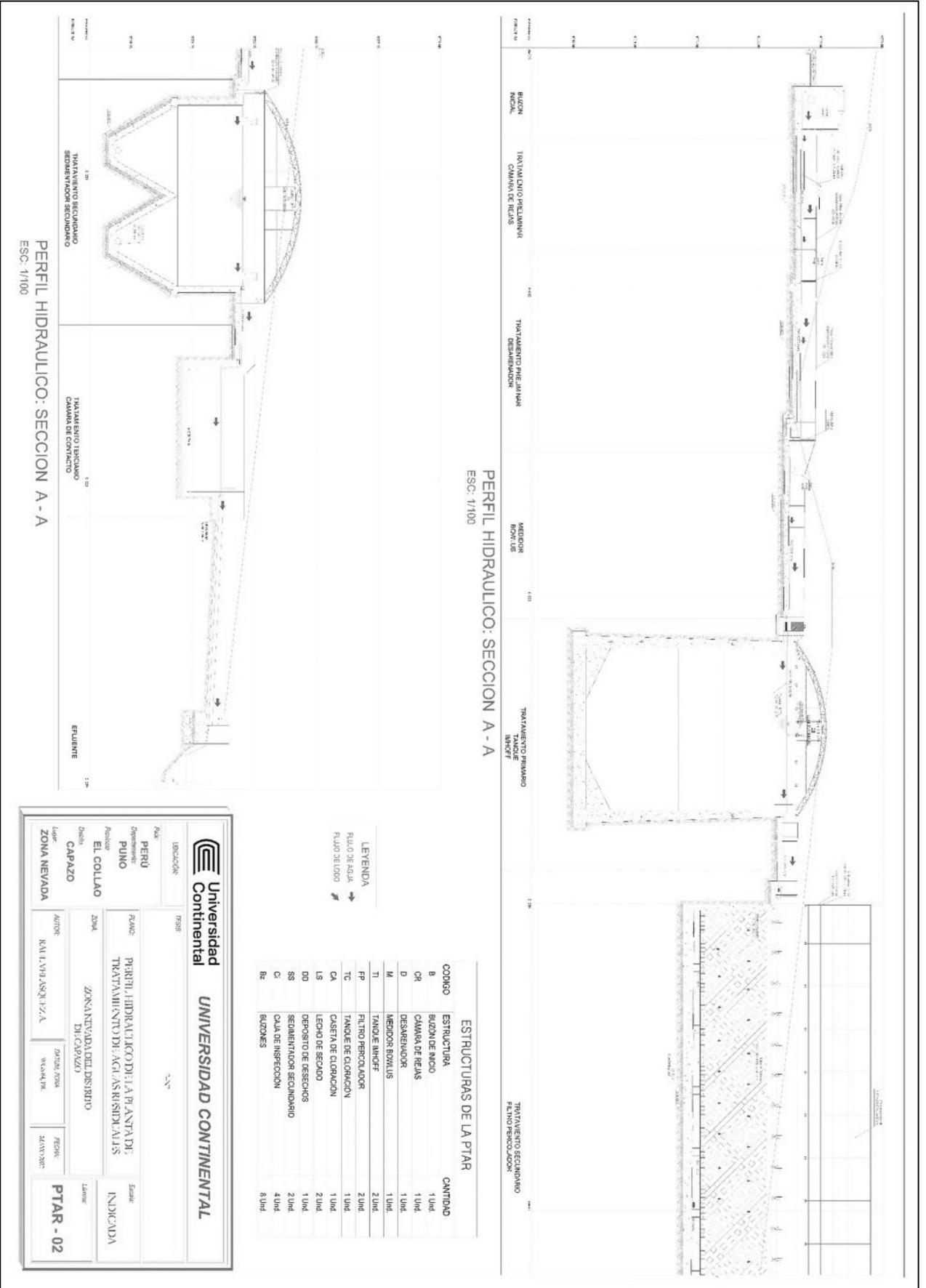
- LEYENDA**
- RED EMISOR TUB. PVC D=250mm
  - COLECTOR SECUNDARIO O. TUB. PVC D=200mm
  - COLECTOR PRIMARIO O. TUB. PVC D=150mm
  - BUDÓN

 <b>Universidad Continental</b>		<b>UNIVERSIDAD CONTINENTAL</b>	
País: PERU Departamento: PUNO Provincia: EL COLLAO Distrito: CAPAZO Lugar: ZONA NEVADA	PLANO: UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ZONA: ZONA NEVADA DEL DISTRITO DE CAPAZO	Autor: RAUL VILLASQUEZA Fecha: 15/03/2022	Fecha: 15/03/2022 Estado: U-01



**Universidad Continental** **UNIVERSIDAD CONTINENTAL**

UBICACION:	PERU	REGION:	PIUNO
DEPARTAMENTO:	EL COLLAO	PROVINCIA:	CAPAZO
DISTRITO:	ZONA NEVADA DEL DISTRITO DE CAPAZO	UBICACION LOCAL:	KM 1 VIA ANQUILIZ/A
PROYECTO:	DISPENSO DE INSTALACION DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PARA EL DISTRITO DE CAPAZO	FECHA:	NOVIEMBRE 2022
INDICADA:	PTAR - 01		



PERFIL HIDRAULICO: SECCION A - A  
ESC: 1/100

PERFIL HIDRAULICO: SECCION A - A  
ESC: 1/100

LEYENDA  
 FLUJO DE AGUA →  
 FLUJO DE LODO ↘

ESTRUCTURAS DE LA PTAR	
CODIGO	CANTIDAD
B	BUZON DE INICIO 1 Urd.
CR	CÁMARA DE REJAS 1 Urd.
D	DESARENADOR 1 Urd.
M	MEDIDOR BOWLUS 1 Urd.
TI	TANQUE MHOFF 2 Urd.
FP	FILTRO PERCOLADOR 2 Urd.
TC	TANQUE DE CLORACIÓN 1 Urd.
CA	CASITA DE CLORACIÓN 1 Urd.
US	LECHO DE SECAO 2 Urd.
DD	DEPOSITO DE DESCHOS 1 Urd.
SS	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 2 Urd.
C	CAJA DE INSPECCION 4 Urd.
Bz	BUZONES 6 Urd.

**Universidad Continental**

**UNIVERSIDAD CONTINENTAL**

País: <b>PERÚ</b>	URBICACIÓN: <b>PTAR</b>	PROYECTO: <b>PTAR - 02</b>	Escala: <b>INDICADA</b>
Departamento: <b>PUÑO</b>	PROYECTO: <b>PERFIL HIDRAULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	PROYECTO: <b>ZONA NEVADA DEL DESIERTO DE CAPAZO</b>	ESTADO: <b>INDICADA</b>
Provincia: <b>EL COLLAO</b>	PROYECTO: <b>ZONA NEVADA DEL DESIERTO DE CAPAZO</b>	PROYECTO: <b>PTAR - 02</b>	
Districto: <b>CAPAZO</b>	PROYECTO: <b>ZONA NEVADA DEL DESIERTO DE CAPAZO</b>	PROYECTO: <b>PTAR - 02</b>	
Lugar: <b>ZONA NEVADA</b>	PROYECTO: <b>ZONA NEVADA DEL DESIERTO DE CAPAZO</b>	PROYECTO: <b>PTAR - 02</b>	

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
Título: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA RESIDUAL PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE CAPAZO, PUNO - 2022"						
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala
Independiente: Evaluación de la Calidad y Cantidad de agua residual	La evaluación de las características físico-químicas y la cantidad del agua residual sirve como base de diseño de planta de tratamiento	La calidad del agua residual es determinada a partir del muestreo y parametrización a través de procedimientos con equipos en laboratorio	Características físicas del agua residual	· Sólidos Totales Suspendidos (SST).	mL/L	<150
				· Temperatura	°C	3
				· Conductividad	µS/cm	<2500
			Características Químicas del agua residual	· pH.	pH	6,5-8,5
				· Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).	mg/L	<100
				· Demanda Química de Oxígeno (DQO).	mg/L	<200
				· Aceites y Grasas.	mg/L	<20
			Características Biológicas del agua residual	· Coliformes fecales (CF)	NMP/100mL	<10000
				· Bacterias	NMP/100mL	<10000
			Cantidad de agua residual	La cantidad de agua residual es medida a través de un proceso de aforo in situ en el último buzón de la red de alcantarillado emisor	· Caudal máximo Horario	L/seg
· Caudal promedio diario	L/seg p/día	1.3 - 5.1				
· Caudal máximo diario	L/seg max/día	1.3 - 5.1				
Dependiente: Diseño de planta de tratamiento de agua residual.	El planteamiento de un diseño de planta de tratamiento de aguas residuales es en función de los resultados de la evaluación de la calidad y cantidad de agua residual vertida.	Proceso de dimensionamiento de las estructuras de tratamiento discriminando la tecnología de tratamiento a partir de las características y cantidad del agua residual y en función de la teoría y normativa vigente	Cálculo hidráulico	· Dotación (caudal)	L/hab/día	80
				· Límites máximos permisibles.	LMP	<Lmp's
				· Estándares de calidad del agua	Eca	<Eca's

Fuente. Elaboración propia



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-029



## INFORME DE RESULTADOS

### SERVICIO DE SEGURIDAD SALUD MEDIO AMBIENTE Y CAPACITACION PERU S.A.C. SESAM PERU

AV. REPUBLICA DE CHILE NRO. 295 DPTO. 1005 URB. SANTA BEATRIZ - LIMA

Proyecto:

### TESIS: Diseño de PTAR Capazo-Puno

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta - Griselda Cusi Coaquira

Fecha de Emisión: 04/05/2022

Lic. Quím. Doris Quicara Choquepiunta  
CQP: 790  
Supervisor de Laboratorio - Sede Arequipa

Biga. Griselda Cusi Coaquira  
CQP: 9800  
Analista de Laboratorio de Microbiología - Sede Arequipa

Renovación de Acreditación a Corporación Laboratorios  
Ambientales del Perú S.A.C.  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 11

Revisión 09  
Fecha de Revisión: 23/05/2018

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 489-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-590  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	3
<b>1.2. Objetivos</b> .....	3
<b>1.3. Marco Legal</b> .....	3
<b>II. METODOLOGÍA UTILIZADA</b> .....	4
<b>2.1. Parámetros Evaluados y Metodología de Ensayo</b> .....	4
<b>2.1.1. Calidad de agua</b> .....	4
<b>2.2. Criterios para aseguramiento de la calidad</b> .....	5
<b>III. NORMATIVA AMBIENTAL</b> .....	5
<b>3.1. Calidad de agua</b> .....	5
<b>IV. RESULTADOS DEL MONITOREO</b> .....	8
<b>4.1. Resultados</b> .....	8
<b>4.1.1. Calidad de Agua Residual</b> .....	8
<b>4.2. Comentarios</b> .....	9
<b>4.2.1. Calidad de Agua Residual</b> .....	9

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El presente informe se realizó en atención a lo solicitado por el tesista, con la finalidad de realizar la comparación de los resultados de laboratorio del monitoreo realizado en el punto PTAR1, con La normativa ambiental peruana vigente de calidad de agua. Por lo tanto, se realiza la comparación con las siguientes normativas:

- D.S. N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, Anexo I-Categoría 3.
- D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales, Anexo: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR.

El Tesista, contrató al laboratorio ALS Corplab, para llevar a cabo los análisis de todas las muestras, dicha empresa está acreditada en INACAL Registro N° LE-029, que garantizan la calidad de los resultados.

### 1.2. Objetivos

- Comparar los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental, con la normativa nacional vigente y evaluar su situación actual

### 1.3. Marco Legal

- Constitución Política del Perú \_ Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley General del Ambiente N° 28611
- Estándar de calidad de Agua, Ley General de Aguas, Ley N° 17752 y sus modificatorias, Clase III Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales
- Protocolos de Monitoreo de Calidad de Agua y Efluentes Líquidos \_ MEM D.S. 002-2008 MINAM
- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINAM
- D.S. N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad de Agua.
- D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales.
- D.S. N° 031-2010-S.A. Reglamento de la calidad del agua de Consumo Humano.

## II. METODOLOGÍA UTILIZADA

### 2.1. Parámetros Evaluados y Metodología de Ensayo

#### 2.1.1. Calidad de agua

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
16189	AQP	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.0, Rev 2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography
1828	AQP	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test
8803	AQP	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
8807	AQP	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22nd Ed. 2012	Ascorbic Acid Method
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
8825	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
8830	AQP	Numeración de Escherichia Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 22nd Ed. 2012	Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
8162	AQP	Salmonella*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B.1d, 22nd Ed. 2012	Deteccion of pathogenic Bacteria. General Quantitative Isolation and Identification for Salmonella
1843	AQP	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
9218	AQP	Vibrio cholerae*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260H, 22nd Ed. 2012	Vibrio cholerae

## 2.2. Criterios para aseguramiento de la calidad

- Los ensayos lo realizaron el Laboratorio ALS Corplab.
- Los ensayos son controlados realizando controles internos utilizando materiales de referencia. Este control incluye la participación en comparaciones de calidad de resultados entre diferentes laboratorios a nivel internacional. Así mismo dentro de nuestro Sistema de Calidad existen diferentes niveles de control de manera que aseguren la calidad de los resultados.
- El programa de control y aseguramiento de calidad de ALS Corplab consiste en las recomendaciones de Publicaciones internacionales, oficiales y estandarizadas, como las que nombramos a continuación:
  - ✓ Determinación de límite de detección,
  - ✓ Lectura de blancos.
  - ✓ Lectura de muestras de control (estándares).
  - ✓ Lectura de Adición de estándares.
  - ✓ Lectura de Duplicados.
  - ✓ Definición del comportamiento de las muestras estándares en el tiempo mediante gráficas de Control
  - ✓ Criterios de Aceptación o rechazo de resultados.

## III. NORMATIVA AMBIENTAL

### 3.1. Calidad de agua

- D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales, Anexo: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR.

**ANEXO**  
**Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR.**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6,5-8,5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**ANEXO**  
**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2,500		5,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5		6.5 - 8.4
Sulfatos	mg/L	1.000		1,000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5
Arsénico	mg/L	0.1		0.2
Bario	mg/L	0.7		**
Berilio	mg/L	0.1		0.1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0.01		0.05
Cobre	mg/L	0.2		0.5
Cobalto	mg/L	0.05		1
Cromo Total	mg/L	0.1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2.5		2.5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0.2		0.2
Mercurio	mg/L	0.001		0,01
Níquel	mg/L	0.2		1

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Plomo	mg/L		0.05	0.05
Selenio	mg/L		0.02	0.05
Zinc	mg/L		2	24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0.04	0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L		35	35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L		0.004	0.7
Clordano	µg/L		0.006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0.001	30
Dieldrín	µg/L		0.5	0.5
Endosulfán	µg/L		0.01	0.01
Endrín	µg/L		0.004	0.2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0.01	0.03
Lindano	µg/L		4	4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L		1	11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	1,000	2,000	1,000
	ml			
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100	1,000	**	**
	ml			
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1	**

(a) Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de filtración simple.

(c) Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3 significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

#### IV. RESULTADOS DEL MONITOREO

##### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Calidad de Agua Residual

Tipo de Muestra				Agua Residual Municipal
Identificación				Salida de aguas laguna de oxidación
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
<b>003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	46,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	mg/L	2	220
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O <sub>2</sub> /L	2	196
Fósforo Total	8807	mg P/L	0,012	2,270
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,006	8,91
Sólidos Totales Suspendidos	1843	mg/L	2	320
pH *		Unidad de pH		4,2
T *		°C		5
<b>005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES</b>				
Nitratos, (como N)	16189	mg/L	0,003	< 5,03
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	16189	mg/L	0,003	< 5,03
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>				
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8	110,000
Escherichia coli	8830	NMP/100mL	1,8	110,000
Salmonella	8162	AUS/PRES	1	Ausencia
Vibrio cholerae	9218	AUS/PRES	---	Ausencia

(\*) Muestreo en Campo

#### 4.2. Comentarios

##### 4.2.1. Calidad de Agua Residual

Se realiza la comparación a la estación PTAR1 con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales, Anexo: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR.

**Comparación de resultados a la estación PTAR1 con D.S. N° 003-2010-MINAM**

Tipo de Muestra				Agua Residual Municipal	D.S. N° 003-2010-MINAM
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Salida de aguas residuales laguna de oxidación (PTAR1)	LMP para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticos o Municipales
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	46,2	20
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8	110,000	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	mg/L	2	220	100
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O <sub>2</sub> /L	2	<196	200
pH *		Unidad de pH		4,2	6,5-8,5
Sólidos Totales Suspendidos	1843	mg/L	2	320	150
T *		°C		5	<35
Fósforo Total	8807	mg P/L	0,012	2,270	---
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,006	8,91	---
Nitratos, (como N)	16189	mg/L	0,003	< 5,03	---
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	16189	mg/L	0,003	< 5,03	---
Escherichia coli	8830	NMP/100mL	1,8	110000	---
Salmonella	8162	AUS/PRES	1	Ausencia	---
Vibrio cholerae	9218	AUS/PRES	---	Ausencia	---

- Los valores de Aceite y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos, pH y coliformes fecales en la estación de monitoreo PTAR1 se encuentra por **ENCIMA** del límite máximo permisible estipulado en el D.S. N° 003-2010-MINAM.
- Los valores de Demanda Química de Oxígeno y temperatura, en el punto PTAR1 se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Se realiza la comparación a la estación PTAR1 con el D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, Anexo I-Categoría 3 Riego de Vegetales y Bebida de Animales.

**Comparación de resultados a la estación PTAR1 con D.S. N° 004-2017-MINAM**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales	Agua Residual Municipal
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales	Salida de aguas residuales laguna de oxidación (PTAR1)
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	5		10	46.2
Bicarbonatos	mg/L	518		**	---
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1	---
Cloruros	mg/L	500		**	---
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)	---
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2,500		5,000	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15	220
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	<196
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0,5	---
Fenoles	mg/L	0.002		0,01	---
Fluoruros	mg/L	1		**	---
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100	< 5.03
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10	< 5.03
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5	---
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5 – 8.4	4.2
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000	---
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3	5
<b>INORGÁNICOS</b>					
Aluminio	mg/L	5		5	---
Arsénico	mg/L	0.1		0.2	---
Bario	mg/L	0.7		**	---
Berilio	mg/L	0.1		0.1	---
Boro	mg/L	1		5	---
Cadmio	mg/L	0.01		0.05	---
Cobre	mg/L	0.2		0.5	---
Cobalto	mg/L	0.05		1	---
Cromo Total	mg/L	0.1		1	---
Hierro	mg/L	5		**	---
Litio	mg/L	2.5		2.5	---
Magnesio	mg/L	**		250	---
Manganeso	mg/L	0.2		0.2	---
Mercurio	mg/L	0.001		0.01	---
Níquel	mg/L	0.2		1	---
Plomo	mg/L	0.05		0.05	---
Selenio	mg/L	0.02		0.05	---
Zinc	mg/L	2		24	---

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales	Agua Residual Municipal
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales	Salida de aguas residuales laguna de oxidación (PTAR1)
<b>ORGÁNICO</b>					
<b>Bifenilos Policlorados</b>					
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.04		0.045	---
<b>PLAGUICIDAS</b>					
Paratión	µg/L	35		35	---
<b>Organoclorados</b>					
Aldrín	µg/L	0.004		0.7	---
Clordano	µg/L	0.006		7	---
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001		30	---
Dieldrín	µg/L	0.5		0.5	---
Endosulfán	µg/L	0.01		0.01	---
Endrin	µg/L	0.004		0.2	---
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01		0.03	---
Lindano	µg/L	4		4	---
<b>Carbamato</b>					
Aldicarb	µg/L	1		11	---
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	1,000	2,000	---	---
	ml				
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100	1,000	**	**	110,000
	ml				
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**	---

#### Riego de vegetales

- Los valores de Temperatura, Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ -N) + Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ -N) Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ -N) en la estación de monitoreo PTAR1 se encuentran por DEBAJO de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3 indicados en el D.S. Nº 004-2017-MINAM.
- Los valores de Aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, el pH, Demanda Química de Oxígeno, *Escherichia coli* en la estación de monitoreo PTAR1 SUPERA los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3 indicados en el D.S. Nº 004-2017-MINAM.

#### Bebida de animales

- Los valores de Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ -N), Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ -N), Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ -N), la temperatura en la estación de monitoreo PTAR1 se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3 indicados en el D.S. Nº 004-2017-MINAM.
- Los valores de, *Escherichia coli*, Demanda bioquímica de Oxígeno, el Potencial de Hidrogeno (pH), Demanda Química de Oxígeno, cantidad de Aceites y grasas en la estación de monitoreo PTAR1 SUPERAN los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 3 indicados en el D.S. Nº 004-2017-MINAM.

• **MULTIPARÁMETRO:**



FCAL 007

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN**

N° 200913-02

Pag 1 de 4

1. Solicitante : CORPLAB PERU SAC
2. Dirección : AV.Dolores 167 Jose Luis Bustamante y Rivero
3. Datos del instrumento
- |                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| Equipo : Multiparámetro    | Medición : pH                  |
| Marca : WTW                | Rango : 0.000 upH a 14.000 upH |
| Modelo : 3500i             | Resolución : 0.01, 0.001       |
| Serie : 12381428           | Exactitud : ± 0.004            |
| Identificación : MP/AQP/08 | Procedencia : Usa              |
4. Lugar de verificación : AV.Dolores 167 Jose Luis Bustamante y Rivero
5. Fecha de verificación : 26/09/13      Vence : 26/09/14
6. Método de verificación : La verificación se realizo según procedimiento POS - 031 " Verificación de Multiparámetros".
7. Trazabilidad : Los resultados de la verificación tienen trazabilidad y se utilizaron los siguientes patrones:
- | Descripcion              | Marca   | Serie / Lote | N° Certificado |
|--------------------------|---------|--------------|----------------|
| Miniestacion             | Keelrel | 1858901      | T-2745-2013    |
| Solución Tampon pH 4.01  | wtw     | 2            | 108 700        |
| Solución Tampon pH 7.00  | wtw     | 2            | 108 702        |
| Solución Tampon pH 10.01 | wtw     | 1            | 108 703        |
8. Condiciones ambientales
- |               |                     |                   |
|---------------|---------------------|-------------------|
| Temperatura : | inicial : 22.9 °C   | final : 23.0 °C   |
| Humedad :     | inicial : 28 % H.R. | final : 31 % H.R. |

9. Resultados :

SOLUCIÓN TAMPÓN (upH)	LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		ERROR (upH)	TOLERANCIA (upH)
	pH (upH)	TEMPERATURA (°C)	pH (upH)	TEMPERATURA (°C)		
4.01	4.01	25.2	3.99	24.9	-0.02	± 0.03
7.00	7.04	25.1	7.01	24.8	-0.01	± 0.03
10.01	10.03	25.1	10.05	24.9	-0.01	± 0.04

ERROR : Lectura final - Valor de solución tampón.

TOLERANCIA : Valor establecido en la tabla de criterios de aceptación de la verificación.

10. Observaciones :

Los resultados del presente documento son validos unicamente para el objeto verificado.  
 El cliente define la frecuencia de verificación en funcion al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
 El instrumento se encuentra en buen estado y dentro de las tolerancias establecidas.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "VERIFICACION".

Fecha de Emisión : 26/09/13

Francisco Vasquez Hualichay  
 ASISTENTE DE MANTENIMIENTO  
 CORPLAB PERU SAC  
 SEDE AQP

Andrés Velásquez Barrios  
 Gerente de Mantenimiento  
 CORPLAB PERU SAC  
 SEDE AQP

Revisó: Calle Russet 193 - Surquillo (Alt. Cdra. 40 Av. Aviación) Lima 34 - Perú Tel.Fax: (511) 204-2000  
 Fecha de Emisión: Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Perú Tel.: (054) 424570  
 e-mail : peru@corplab.net web: www.corplab.net

1. Solicitante : CORPLAB PERU SAC
2. Dirección : AV.Dolores 167 Jose Luis Bustamante y Rivero
3. Datos del instrumento :
- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| Equipo : Multiparámetro    | Medición : Conductividad         |
| Marca : WTW                | Rango : 0 uS/cm a 2000 mS/cm     |
| Modelo : 3500i             | Resolución : 1, 0.1, 0.01, 0.001 |
| Serie : 12381428           | Exactitud : $\pm 0.5\%$          |
| Identificación : MP/AQP/08 | Procedencia : Usa                |
4. Lugar de verificación : AV.Dolores 167 Jose Luis Bustamante y Rivero
5. Fecha de verificación : 26/09/13 Vence : 26/09/14
6. Método de verificación : La verificación se realizó según procedimiento POS - 031 " Verificación de Multiparámetros".
7. Trazabilidad : Los resultados de la verificación tienen trazabilidad y se utilizaron los siguientes patrones:

Descripción	Marca	Serie / Lote	N° Certificado
Miniestación	Istral	1859901	T-2745-2013
Solución Tampon 84.0 uS/cm	Hanna	4479	21 E25
Solución Tampon 1413uS/cm	Hanna	4064	22B21
Solución Tampon 80.00 mS/cm	Hanna	6.385	30A84

8. Condiciones ambientales :
- |               |                    |                  |
|---------------|--------------------|------------------|
| Temperatura : | inicial : 22.9 °C  | final : 23.0 °C  |
| Humedad :     | inicial : 28% H.R. | final : 31% H.R. |

9. Resultados :

SOLUCIÓN TAMPÓN	LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		ERROR	TOLERANCIA
	CONDUCTIVIDAD	TEMPERATURA (°C)	CONDUCTIVIDAD	TEMPERATURA (°C)		
84.0 uS/cm	84.0 uS/cm	26.2	83.8 uS/cm	24.9	-0.2	$\pm 1$
1413 uS/cm	1408 uS/cm	24.7	1414 uS/cm	24.8	1	$\pm 5$
80.0 mS/cm	81.7 mS/cm	25.4	80.1 mS/cm	24.9	0.1	$\pm 0.2$

ERROR : Lectura final - Valor de solución tampón.

TOLERANCIA : Valor establecido en la norma de referencia de aceptación de la verificación.

10. Observaciones :

Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto verificado.  
 El cliente define la frecuencia de verificación en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
 El instrumento se encuentra en buen estado y dentro de las tolerancias establecidas.  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "VERIFICACION".

Fecha de Emisión : 26/09/13

  
 Fraydín Vásquez Huasichay  
 ASISTENTE DE MANTENIMIENTO  
 CORPLAB PERU SAC  
 SEDE AQP

  
 Andrés Velásquez Barrios  
 Coordinador de Mantenimiento  
 CORPLAB PERU SAC  
 SEDE AQP

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

N° 260613-02

Pag 3 de 4

1. Solicitante : CORPLAB PERU SAC
2. Dirección : AV. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero
3. Datos del instrumento :
- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Equipo : Multiparámetro     | Medición : Oxígeno Disuelto   |
| Marca : WTW                 | Rango : 0.0 mg/l a 20.00 mg/l |
| Modelo : 3500i              | Resolución : 0.01, 0.1        |
| Serie : 12381428            | Exactitud : ± 0.5%            |
| Identificación : MPI/ACF/06 | Procedencia : Usa             |
4. Lugar de verificación : AV. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero
5. Fecha de verificación : 26/09/13 Vence : 26/09/14
6. Método de verificación : La verificación se realizó según procedimiento POS - 031 " Verificación de Multiparámetros".
7. Trazabilidad : Los resultados de la verificación tienen trazabilidad y se utilizaron los siguientes patrones:
- |                              |         |              |                |
|------------------------------|---------|--------------|----------------|
| Descripción                  | Marca   | Serie / Lote | N° Certificado |
| Miniestación                 | kestrel | 1859801      | T-2745-2013    |
| Solución de sulfato de sodio | N/A     | N/A          | N/A            |
8. Condiciones ambientales :
- |               |                    |                  |
|---------------|--------------------|------------------|
| Temperatura : | Inicial : 22.9 °C  | Final : 23.0 °C  |
| Humedad :     | Inicial : 28% H.R. | Final : 31% H.R. |
9. Resultados :

TIPO DE CALIBRACION (mg/l)	VALOR DEL ESTANDAR		LECTURA FINAL		ERROR (mg/l)	TOLERANCIA (mg/l)
	O.D (mg/l)	TEMPERATURA (°C)	O.D (mg/l)	TEMPERATURA (°C)		
AIRE SATURADO	6.85	22	6.86	21.8	0.00	± 0.05
OXIGENO CERO	0.00	n.s	0.00	25.1	0.00	± 0.02

ERROR : Lectura final - Valor de adición también.  
TOLERANCIA : Valor establecido en la tabla de criterios de aceptación de la verificación.

10. Observaciones :
- Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto verificado.  
El cliente define la frecuencia de verificación en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
El instrumento se encuentra en buen estado y dentro de las tolerancias establecidas.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "VERIFICACION".

Fecha de Emisión : 26/09/13

  
Franklin Vásquez Huachay  
ASISTENTE DE MANTENIMIENTO  
CORPLAB PERU SAC  
SEDE AQP

  
Andrés Valenzuela Barmas  
Coordinador de Mantenimiento  
CORPLAB PERU SAC  
SEDE AQP

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

N° 200913-02

Pag 4 de 4

1. Solicitante : CORPLAB PERU SAC
2. Dirección : AV. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero
3. Datos del instrumento
- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Equipo : Multiparámetro    | Medición : Temperatura   |
| Marca : WTW                | Rango : - 5 °C a 50 °C   |
| Modelo : 3500i             | Resolución : 0.1         |
| Serie : 12381428           | Exactitud : ± 0.2, ± 0.3 |
| Identificación : MP/AQP/08 | Procedencia : Usa        |
4. Lugar de verificación : AV. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero
5. Fecha de verificación : 28/09/13 Vence : 28/09/14
6. Método de verificación : La verificación se realizó según procedimiento POS - 031 \* Verificación de Multiparámetros\*.
7. Trazabilidad : Los resultados de la verificación tienen trazabilidad y se utilizarán los siguientes patrones:
- |                           |         |              |                |
|---------------------------|---------|--------------|----------------|
| Descripción               | Marca   | Serie / Lote | N° Certificado |
| Miniestacion              | kestrel | 1959901      | T-2745-2013    |
| Termómetro digital patrón | Hanna   | N/A          | T-0364-2013    |
8. Condiciones ambientales :
- |               |                    |                  |
|---------------|--------------------|------------------|
| Temperatura : | Inicial: 22.9 °C   | Final: 23.0 °C   |
| Humedad :     | Inicial: 26 % H.R. | Final: 31 % H.R. |
9. Resultados :

TIPO DE SENSOR	LECTURA DEL PATRÓN (°C)	LECTURA DEL SENSOR (°C)	ERROR (°C)	TOLERANCIA (°C)
pH	24.8	24.9	0.1	± 1
Conductividad	24.8	24.9	0.1	± 1
Oxígeno disuelto	24.8	24.9	0.1	± 1
ERROR : Lectura del sensor - Lectura del patrón.				
TOLERANCIA : Valor establecido en la tabla de criterios de aceptación de la verificación.				

10. Observaciones :
- Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto verificado.  
El cliente define la frecuencia de verificación en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.  
El instrumento se encuentra en buen estado y dentro de las tolerancias establecidas.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "VERIFICACION".

Fecha de Emisión : 28/09/13

  
Franklin Vasquez Huachay  
ASISTENTE DE MANTENIMIENTO  
CORPLAB PERU SAC  
SEDE AQP

  
Andrés Velásquez Barrios  
Coordinador de Mantenimiento  
CORPLAB PERU SAC  
SEDE AQP